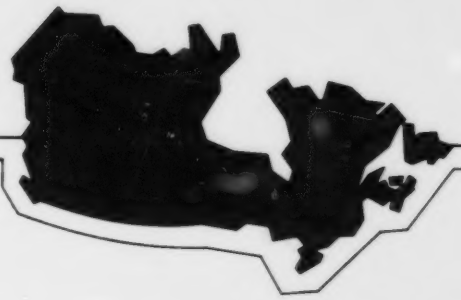
Forêts Canada
Forestry Canada

Bibliography/Liste des publications 1986-1987

Compiled by/Compilé par
B.A. Ballantyne and/et M.H. Mitchell



Information Report/Rapport d'information PI-X-87E/F
Petawawa National Forestry Institute
Institut forestier national de Petawawa

89-03164/

PETAWAWA NATIONAL FORESTRY INSTITUTE

In common with the rest of the Canadian Forestry Service, the Petawawa National Forestry Institute has as its objective the promotion of better management and wiser use of Canada's forest resource to the economic and social benefit of all Canadians. Objectives of program activities carried out at the Institute support this goal through discovery, development, demonstration, implementation, and transfer of innovations. Because it is a national institute, particular emphasis is placed on problems that transcend regional boundaries or that require special expertise and equipment that cannot be duplicated in CFS regional establishments. Such research is often performed in close cooperation with staff of the regional centres, provincial forest services, and the forest industry.

Research initiatives and technical services at the Institute encompass five major activities:

FOREST GENETICS AND BIOTECHNOLOGY — Integrates projects in tree genetics, soil microbiology, micropropagation, molecular genetics, meteorology, and seed research. It also includes the client services and seed bank operations of the National Tree Seed Centre, a long-standing program with extensive international affiliations.

FOREST MANAGEMENT SYSTEMS — This program integrates projects in fire, remote sensing, modelling, growth and yield, and forest pest management to provide research and development for the formulation and demonstration of forest management systems.

NATIONAL FOREST RESOURCE STATISTICS — Provides biological, technical, and socioeconomic information on Canada's forest-based resources. The program involves progressive development of databases, such as FIDSINFOBASE, and establishment of new databases and software in support of policy development in forestry. The Forest Inventory Program collates information on the forest resource at a national level, maintains the Canadian Forest Resources Data System, and prepares the national forest inventory.

COMMUNICATIONS — Integrates activities of the library, public awareness, information, and editing and publications projects. The Institute is visited by more than 20 000 people every year. There is a Visitor Centre for the public, self-guided tours, and an extensive education project. The national repository of all scientific and technical publications of the CFS and the principal CFS publications distribution centre are both located at PNFI.

THE RESEARCH FOREST — Besides natural stands manipulated in a variety of ways for silvicultural research, the 98 km^2 Petawawa Forest contains extensive areas of plantations dating back six decades. Research plantations are a source of growth and yield data derived from cultural experiments, and they are becoming valuable for pedigreed genetic materials for micropropagation and molecular genetics studies. The forest also offers opportunities for short- and long-term testing of forest management strategies.

BIBLIOGRAPHY/LISTE DES PUBLICATIONS
1986-1987

B.A. Ballantyne and/et M.H. Mitchell

Information Report/Rapport d'information PI-X-87E/F
Petawawa National Forestry Institute/Institut forestier national de Petawawa
Forestry Canada/Forêts Canada
1989

©Minister of Supply and Services Canada 1989
Catalogue No. Fo46-11/87-1989
ISSN 0714-3354
ISBN 0-662-56488-X
Printed in Canada

Copies of this publication may be obtained free of charge from the following address:

Publications Distribution Centre
Petawawa National Forestry Institute
Chalk River, Ontario
K0J 1J0

Telephone: 613-589-2880

A microfiche edition of this publication may be purchased from:

Micromedia Ltd.
Place du Portage
165, Hôtel-de-Ville
Hull, Québec
J8X 3X2

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
No de catalogue Fo46-11/87-1989
ISSN 0714-3354
ISSN 0-662-56488-X
Imprimé au Canada

Il est possible d'obtenir sans frais des exemplaires de cette publication auprès du :

Centre national de distribution des publications
Institut forestier national de Petawawa
Chalk River (Ontario)
K0J 1J0

Téléphone : 613-589-2880

Des microfiches de cette publication sont en vente chez :

Micromédia Ltée
Place du Portage
165, rue Hôtel-de-Ville
Hull (Québec)
J8X 3X2

Contents/Table des matières

v Preface/Avant-propos

vi Acknowledgments/Remerciements

43 Author index/Index des auteurs

47 Title index/Index des titres

53 PI-X information reports index/Index des rapports d'information PI-X

55 Species and keyword index/Index des espèces et des mots-clés

PREFACE

The present volume updates PI-X-70E/F (Bibliography/Liste des publications pour les années 1979-1985 by A.C. Yapa and M.H. Mitchell). It follows the same format and annotates all scientific and technical publications of the Petawawa National Forestry Institute for the period 1986 to 1987 inclusive.

Most of these publications are indexed by Forestry Abstracts. Title abbreviations follow the format of Serial Sources for the BIOSIS Data Base, 1982 (BioSciences Information Service, Philadelphia, Pa., U.S.A.). The species/key word index following the list is derived from the CAB Thesaurus compiled by G.E. Fidbury, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1983.

Many of the publications in this bibliography are available free of charge upon application to the Publications Distribution Centre, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario K0J 1J0.

AVANT-PROPOS

Ce document constitue une mise à jour du rapport d'information PI-X-70E/F, Bibliography/Liste des publications pour les années 1979-1985 par Yapa, A.C. et M.H. Mitchell. On y retrouve, sous forme de bibliographie annotée, toutes les publications scientifiques et techniques de l'Institut forestier national de Petawawa de 1986 et 1987.

La plupart des publications sont déjà répertoriées dans *Forestry Abstracts*. Les titres des périodiques sont abrégés selon *Serial Sources for the Biosis Data Base*, 1982 (*BioSciences Information Service*, Philadelphie, Pa., U.S.A.). L'index des espèces et des mots-clés est tiré du thésaurus CAB compilé par G.E. Fidbury, *Commonwealth Agricultural Bureaux*, 1983.

On peut obtenir sans frais des exemplaires de la plupart des publications répertoriées auprès du Centre national de distribution des publications, Institut forestier national de Petawawa, Chalk River, Ontario K0J 1J0.

ACKNOWLEDGMENTS

We are most grateful to E. Andersen, S. Duval, A. Yapa, and P. Périnet for assistance with the manuscript.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement E. Andersen, S. Duval, A. Yapa et P. Périnet de leur collaboration à la réalisation de cet ouvrage.

Ahern, F.J.; Leckie, D.G. 1987. Digital remote sensing for forestry: requirements and capabilities, today and tomorrow. Geocarto International 43-52.

This paper reviews the current capability of digital remote sensing technology to satisfy the information requirements of forest managers. The discussion is organized with regard to forest management information requirements rather than along technological lines. The promise of new airborne technologies to provide more detailed information is also discussed in the context of the information requirements, together with examples of encouraging results.

Aird, P.L. 1986. Éloge du pin. PI-X-52F. 33 p.

L'histoire et la gestion de la récolte du pin blanc et du pin rouge des forêts publiques de l'Ontario sont, tout comme les statistiques à ce sujet d'ailleurs, liées au développement de la province. L'exploitation du pin a commencé avec l'industrie navale de la Nouvelle-France, au tout début du XVIIIe siècle; elle s'est poursuivie à l'ère de l'exportation du bois d'oeuvre équarri vers l'Angleterre et du commerce de bois de sciage avec les États-Unis, et elle a été l'un des facteurs à l'origine de la Confédération. Le déclin des réserves et des récoltes de pin a suscité une vive inquiétude quant à l'efficacité des interventions politiques pour maintenir cette ressource vitale.

Aldred, A.H.; Bonnor, G.M. 1986. Application des lasers aéroportés aux inventaires forestiers. PI-X-51F. 66 p.

L'objet des travaux était de déterminer la nature des renseignements utiles aux inventaires des forêts qu'on pouvait obtenir grâce aux derniers perfectionnements des techniques du laser impulsionnel. Ces travaux comptaient quatre étapes : (1) l'étude préliminaire des formes d'ondes (réfléchies) du laser impulsionnel, sous l'effet des éléments remarquables du terrain et du couvert forestier; (2) l'élaboration d'hypothèses et de procédés en vue d'extraire des renseignements sur les peuplements à partir des données lasers; (3) une vérification formelle des hypothèses construites sur l'inventaire des forêts au moyen des lasers impulsionnels; et (4) l'évaluation des applications et des avantages.

Les résultats de l'étude des propriétés fondamentales des signaux réfléchis, les tests statistiques, formels ou non, les conclusions et les recommandations pour orienter les travaux à venir sont tous signalés. Le laser impulsionnel a eu des résultats particulièrement prometteurs pour ce qui est d'estimer la hauteur et la densité des arbres dans les peuplements. Quant aux possibilités de profilographie des forêts et du terrain, elles sont remarquables.

Alemdag, I.S. 1986. Estimating ovendry mass of trembling aspen and white birch using measurements from aerial photography. Can. J. For. Res. 16:163-165.

A pilot study tested the estimation of stem, crown, and whole-tree biomass of single trees from measurements of total tree height and crown area taken from large-scale aerial photographs. The results indicated the feasibility of this method, provided that time of photography is optimal. More extensive testing is required to confirm these encouraging preliminary results.

Au moyen d'une étude pilote, on a vérifié l'estimation de la biomasse du fût, de la cime et la biomasse aérienne d'arbres individuels. Cette estimation provenait de la mesure de la hauteur totale de chaque arbre et de la surface projetée de sa cime sur des photographies aériennes à grande échelle. Les résultats ont montré les applications possibles de la méthode, à condition que le moment des prises de vues soit le mieux choisi. Pour confirmer les résultats préliminaires, il faudra des vérifications plus étendues.

Barrett, J.W.; Cheliak, W.M.; Knowles, P.H. 1987. Variation in the PGI/AAT linkage group between populations of black spruce. Can. J. For. Res. 17:756-758.

Linkage analysis, using megagametophytes from a clonal seed orchard of black spruce (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) detected a tight association between *Pgi*-2 and *Aat*-1 with a recombination frequency of 2.6%. This is in marked contrast to earlier estimates for this species, which were much greater. The present results suggest that black spruce may be comparable with numerous other conifer species demonstrating this particular, highly conserved association.

Des analyses de liaison faites sur des mégagamétophytes prélevés dans un verger clonal d'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) ont permi de détecter un fort lien entre *Pgi*-2 et *Aat*-1 avec une fréquence de recombinaison égale à 2,6 %. Ces résultats contredisent de façon flagrante les estimés antérieurs obtenus pour cette espèce qui donnaient des valeurs plus élevées. Les résultats obtenus laissent suggérer que l'épinette noire peut être comparée à plusieurs autres espèces de conifères qui montrent aussi ce fort lien particulier.

Barrett, J.W.; Knowles, P.; Cheliak, W.M. 1987. The mating system in a black spruce clonal seed orchard. Can. J. For. Res. 17(5):379-382).

Isozyme markers were used to study the mating system, estimate the effective population size, and determine the effective gene pool composition in a black spruce clonal seed orchard. Ten seeds per family were electrophoretically analyzed by embryo and megagametophytic pairs to determine their allelic and genotypic frequencies at five polymorphic loci. Single-locus estimates of outcrossing ranged from 0.682 to 1.087 (mean, 0.942), while the multilocus estimate was 0.837. The variance effective population size was calculated to be 17 individuals, comprising 13 receptive females and 4 effective males. Evidence of gene pool heterogeneity suggested a small, nonrandomly mating population within the clonal seed orchard.

On a utilisé des isozymes marqueurs pour étudier le modèle de croisement, estimer la dimension effective de la population et déterminer la composition génique la plus efficace dans un verger à graines clonales d'épinette noire. Utilisant l'électrophorèse, dix semences par famille ont été analysées par paire d'embryons et de mégagamétophytes afin de déterminer leur fréquence allélique et génotypique à cinq loci polymorphiques. Les estimés obtenus de croisements éloignés pour un seul locus variaient de 0,682 à 1,087, avec une moyenne de 0,942, alors que les mêmes estimés pour plusieurs loci étaient de 0,837. La variance pour la dimension effective de la population fut estimée à 17 individus, comprenant 13 femelles réceptives et 4 mâles effectifs. L'hétérogénéité de l'effectif des gènes laisse croire qu'une petite population qui ne se croise pas au hasard est présente dans le verger à graines clonales.

Berry, A.B. 1987. Plantation white spruce variable density volume and biomass yield tables to age 60 at Petawawa National Forestry Institute. PI-X-71. 21 p.

Recent remeasurements of sample plots in white spruce plantations at the Petawawa National Forestry Institute were used to update and revise previously published yield tables. Those presented here cover 20 to 60 years from planting by 5-year age classes, six planted spacings, and five site index classes. The data shown for each site index-age-spacing combination are dominant height, average height, number of trees, mean diameter, total basal area, total volume, merchantable volume, mass of total tree above ground, mass of main stem including bark, and mass of merchantable stem including bark.

Berry, A.B. 1987. Tables de biomasse et de volume de peuplements d'épinettes blanches à densité variable jusqu'à 60 ans après leur plantation à l'Institut forestier national de Petawawa. PI-X-71F. 21 p.

De nouvelles mesures ont été prises dans des placettes d'échantillonnage établies dans des plantations d'épinettes blanches à l'Institut forestier national de Petawawa, et on s'en est servi pour mettre à jour et réviser des tables de production publiées antérieurement. Les tables présentées ici couvrent la période de

20 à 60 ans après la plantation et sont établies par classes d'âge de cinq ans pour six espacements à la plantation et pour cinq classes d'indice de station. On donne, pour chaque combinaison d'indice de station, d'âge et d'espacement, la hauteur dominante, la hauteur moyenne, le nombre d'arbres, le diamètre moyen, la surface terrière totale, le volume total, le volume marchand, la masse de la partie aérienne totale des arbres, la masse de la tige principale avec écorce et la masse de la tige marchande avec écorce.

Bird, G.A.; Chatarpaul, L. 1986. Effect of whole-tree and conventional forest harvest on soil microarthropods. Can. J. Zool. 64:1986-1993.

The effect of whole-tree and conventional harvest on soil microarthropods, Collembola and Acari, was investigated in a mixed conifer-hardwood forest on the Canadian Shield. Harvesting had a major effect on their populations, which declined to 56 and 68% of those on the uncut plot for the whole-tree and conventional harvest plots, respectively. Species composition was unaffected by harvesting although there were shifts in dominance. Total numbers of microarthropods and numbers of Oribatei, Prostigmata, and Mesostigmata found on the uncut plot were significantly greater ($P < 0.05$) than on harvested plots. Slightly higher ($P > 0.05$) numbers of Collembola were more abundant ($P < 0.01$) on the conventional harvest plot than the uncut plot. Oribatei, Prostigmata, and Collembola were more abundant ($P < 0.01$) on the conventional harvest plot than the whole-tree harvest plot. Of the two forest harvesting methods, conventional harvest had a lesser impact on soil microarthropods. Because the forest soil fauna is intimately involved in decomposition, nutrient cycling, and soil formation, our findings suggest that long-term site productivity will be greater following conventional harvest than whole-tree harvest.

L'effet de la récolte d'arbres entiers et de la récolte par la méthode classique sur la faune de microarthropodes du sol, Collemboles et Acariens, a fait l'objet d'une étude dans une forêt mixte de conifères et de bois durs du Bouclier canadien. La récolte a eu un effet important sur les populations qui ont diminué jusqu'à 56 % (terrain de récolte d'arbres entiers) et 68 % (terrain de récolte classique) du nombre présent dans le terrain témoin. La composition en espèces n'a pas été affectée par la récolte, bien qu'il y ait eu des changements de dominance. Le nombre total de microarthropodes et le nombre d'Oribates, de Prostigmates et de Mésostigmates du terrain témoin étaient significativement plus élevés ($P < 0,05$) que dans les terrains de récolte. Le nombre de Collemboles était légèrement plus élevé ($P > 0,05$) dans le terrain de récolte classique que dans le terrain témoin. Les Oribates, les Prostigmates et les Collemboles étaient plus abondants ($P < 0,01$) dans le terrain de récolte classique que dans le terrain de récolte d'arbres entiers. Des deux méthodes de récolte, c'est la récolte classique qui a eu le moins d'impact sur les microarthropodes du sol. Comme la faune du sol des forêts est intimement liée à la décomposition, au cycle des éléments nutritifs et à la formation du sol, nos résultats permettent de croire que la productivité à long terme d'un site sera plus grande après une récolte classique qu'après une récolte d'arbres entiers.

Bird, G.A.; Rachar, D.B.; Chatarpaul, L. 1987. Increased skeletonization of leaf litter under snow following timber harvest. Ecology 68:221-223.

Decomposition of plant material is mediated by both biotic and abiotic factors, e.g., microbial and soil faunal activity and the leaching of soluble compounds. During investigations into effects of whole-tree and conventional harvesting on site productivity, it appeared as if deciduous leaf litter was more decomposed (skeletonized) on harvested plots than on the uncut plot. Because the effect of harvesting on decomposition is poorly documented and because the rate of decomposition may affect site productivity, we designed a study to determine if the degree of skeletonization of hardwood leaf litter is indeed affected by timber harvest.

Bonnor, G.M.; Magnussen, S. 1986. Inventaire et prévisions de croissance de la forêt de Petawawa. PI-X-66F. 45 p.

En 1980, un inventaire d'aménagement a été produit pour une étendue de forêt mixte de la vallée de l'Outaouais. La phase de l'échantillonnage sur le terrain a été modifiée pour permettre la mesure des arbres de taille non marchande et le contrôle des placettes d'échantillonnage. Ce contrôle a été effectué en 1985.

Les données de l'inventaire ont été utilisées pour la compilation des estimations de la superficie et du volume en fonction de la strate, du type forestier et d'autres critères de classement. Elles ont également été employées avec les résultats des contrôles effectués en 1985 pour établir des matrices de la croissance prévue indiquant l'accroissement (recrutement, stagnation ou croissance par classes de 1 cm) ou la mortalité des arbres en fonction du diamètre à hauteur de poitrine. Les matrices et les distributions du diamètre déterminées en 1985 ont été ensuite employées pour calculer, par multiplication, les distributions prévues du diamètre pour 1990, puis les distributions prévues pour 1995. Les valeurs obtenues ont servi à calculer le volume et l'accroissement prévus par espèce, classe de dimension, ou suivant d'autres critères de classement pour 1990 et 1995.

Les résultats indiquent que le pin blanc (*Pinus strobus* L.) est l'espèce dominante, constituant 35 % du volume, lequel s'élevait en 1985 à 210 m^3/ha. La dominance du pin blanc devrait augmenter au cours des 10 prochaines années et atteindre 37 %. Globalement, l'accroissement annuel devrait être de 4,3 m^3/ha ou de 2 %, le pin blanc en assurant près de la moitié.

Bonnor, G.M.; Magnussen, S. 1986. Inventory and growth predictions of the Petawawa forest. PI-X-66. 41 p.

A management type of forest inventory was completed in 1980 for a mixedwood forest area in the Ottawa Valley. The field sampling phase of the inventory was modified to permit the measurement of submerchantable trees and remeasurement of sample plots. This latter task was done in 1985.

The inventory data were used to compile area and volume estimates by strata, forest type, and other classifiers. The inventory data were also used with the 1985 plot measurements to predict future growth matrices, showing the growth (ingrowth, stagnation, or growth by 1 cm classes) or mortality of trees by stem diameter at breast height. The matrices were multiplied by 1985 stem diameter distributions to yield 1990 stem diameter distributions, which when multiplied by the matrices yielded 1995 distributions. The resulting values were used to derive volume and increment, by species, size classes, and other classifiers, for 1990 and 1995.

Results indicate that white pine (*Pinus strobus* L.) is the dominant species, with 35% of the 1985 volume of 210 m^3/ha. This dominance is expected to increase over the next 10 years, to 37%. The overall growth rate is expected to be 4.3 m^3/ha•yr or 2%, with white pine contributing almost half the growth.

Bonnor, G.M.; Magnussen, S. 1987. Forest inventories in Canada: a framework for change. For. Chron. 63: 193-198.

A forest inventory system for the acquisition of static and dynamic data, as well as for inventory updating, is developed and demonstrated.

In the system, a conventional management type of inventory is completed every 20 years to obtain static data. Some or all sample plots are permanent. Every five years, the area changes are mapped and compiled. These changes include additions and deletions of forest areas as well as changes in the existing forest due to harvesting, forest fires, and other disturbances. Also, plots are remeasured to estimate

volume growth on the undisturbed areas and volume losses on the disturbed areas. Finally, the area and volume change data are applied to the initial static inventory to produce updated inventory figures.

As an example, the system was applied to an area of mixedwood forest[illegible] Ottawa Valley. The results indicate that the system is practical and yields useful summar[illegible]

Un système d'inventaire forestier utilisé pour la cueillette de donné[illegible] dynamiques, ainsi que pour la mise à jour de l'inventaire, est élaboré et illustré dans c[illegible]

Dans ce système, un inventaire conventionnel d'aménagement est complété à tous les 20 ans afin d'accumuler les données statiques. Quelques unes ou toutes les parcelles-échantillons sont de nature permanente. À tous les 5 ans, les changements de superficie sont cartographiés et compilés. Ces changements comprennent les ajouts et les retraits aux zones forestières ainsi que les changements au sein des forêts mêmes par suite de l'exploitation, des feux de forêt et d'autres perturbations. De plus, les parcelles-échantillons sont remesurées afin d'estimer la croissance en volume sur les zones non perturbées et les pertes en volume sur les zones perturbées. Enfin, les modifications aux données de superficie et de volume sont intégrées à l'inventaire initial statique pour produire des données mises à jour de l'inventaire.

À titre d'exemple, le système a été utilisé pour une zone de forêts mélangées de la partie supérieure de la Vallée de l'Outaouais. Les résultats démontrent que le système est utilisable et produit d'intéressants sommaires.

Bousquet, J.; Cheliak, W.M.; Lalonde, M. 1987. Genetic diversity within and among 11 juvenile populations of green alder (*Alnus crispa*) in Canada. Physiol. Plant. 70:311-318.

Germinated seeds from 11 populations of green alder (*Alnus cripsa* [Ait.] Pursh) sampled in four Canadian provinces were analysed for electrophoretically demonstrable diversity of 10 enzymes encoded by 15 structural loci. Of these, nine were polymorphic, and on average, 52% of the loci per population were polymorphic. Assuming a diploid model of expression, average level of expected heterozygosity was 0.11 with nearly all populations in Hardy-Weinberg equilibrium for the set of polymorphic loci analysed. No significant inbreeding and associated subpopulation structuring were noted. Rates of gene flow appeared high within and among populations. Although little divergence was observed among populations, genetic and geographical distances between populations were related. Discriminant and cluster analyses revealed a pattern of genetic variation associated with geography. Populations from northern Québec were poorly differentiated, whereas western populations from Alberta exhibited a large degree of genetic differentiation. Introgressive hybridization with the sympatric species *Alnus sinuata* (Regel) Rydberg and partial isolation in the West are suggested as an explanation for this larger differentiation. The occurrence and significance of rare alleles is discussed in relation to the importance of geographical distance in the process of population differentiation in this species.

Bousquet, J.; Cheliak, W.M.; Lalonde, M. 1987. Genetic differentiation among 22 mature populations of green alder (*Alnus crispa*) in central Québec. Can. J. For. Res. 17:219-227.

Electrophoretically demonstrable diversity of 11 enzymes encoded by a total of 16 structural loci was analyzed in 22 sexually mature populations of *Alnus crispa* (Ait.) Pursh (green alder, Betulaceae) in central Quebec. On average, 45% of the loci per population were polymorphic, with a mean of 2.39 alleles per polymorphic locus. Approximately 5% of the total genetic diversity resided among populations, with a mean genetic distance between populations of 0.01. Most populations thus appeared homogeneous, likely linked by high gene flow, as demonstrated by analysis of conditional average frequencies of alleles. Geoclimatic similarity among sites was also considered as a possible contributing factor to this apparent homogeneity. Heterogeneity of allele frequencies among populations was noted at seven loci. However, the presence of four populations that appeared to be more differentiated accounted for much of the

observed heterogeneity. The early successional nature of this species and the partial isolation of these four populations seemed the most likely factors causing the observed differentiation.

La diversité électrophorétique au niveau de 11 systèmes enzymatiques encodés par un total de 16 loci structuraux a été étudié au sein de 22 populations sexuellement matures d'*Alnus cripsa* (Ait.) Pursh (aulne cripsé, Betulaceae) localisées au centre du Québec. En moyenne, 45 % des loci par population se sont montrés polymorphiques, avec une moyenne de 2,39 allèles par locus polymorphique. Approximativement 5 % de la diversité génétique totale se retrouvait entre les populations, avec une distance génétique moyenne entre les populations de 0,01. La plupart des populations sont donc apparues homogènes, apparemment reliées entre elles par un flux génique élevé, tel que démontré par l'analyse des fréquences conditionnelles moyennes d'allèles. La similitude géoclimatique retrouvée parmi les différents sites a aussi été considérée en tant que facteur pouvant possiblement contribuer à cette homogénéité. Parmi les populations, une hétérogénéité des fréquences alléliques fut notée au sein de sept loci. Toutefois, la présence de quatre populations apparaissant plus differenciées a pu expliquer en grande partie cette observation. Cette différenciation serait le plus probablement attribuable à la nature pionnière de l'espèce et une isolation partielle de ces quatre populations.

Bousquet, J.; Cheliak, W.M.; Lalonde, M. 1987. Allozyme variability in natural populations of green alder (*Alnus crispa*) in Québec. Genome 29:345-352.

Vegetative and sexual tissues from 22 populations of *Alnus crispa* (Ait.) Pursh (green alder, Betulaceae) in Quebec were analyzed for electrophoretically demonstrable diversity of 11 enzymes encoded by 16 structural loci in sexually mature populations. Of these 16 loci, 9 were found polymorphic. A total of 28 different alleles were detected with no more than three alleles per locus. No two-locus linkage disequilibrium was observed between eight polymorphic loci analyzed. Assuming a diploid model, average level of expected heterozygosity was 0.14 in the mature generation, with nearly all populations in Hardy-Weinberg equilibrium for the set of polymorphic loci investigated. Mean outcrossing rate was 0.95. Fixation indices revealed low inbreeding with no specific subpopulation structure. Hence, an important level of gene flow would exist within the populations. Without any strong evidence for polyploidy, and in the light of results obtained, the species could be classified equally well as a diploid or a diploidized allotetraploid.

Des tissus somatiques et sexuels provenant de 22 populations québécoises d'*Alnus crispa* (Ait.) Pursh (aulne cripsé, Betulaceae) ont été analysés en vue de déterminer leur diversité électrophorétique détectable au niveau de 11 systèmes enzymatiques encodés par 16 loci structuraux chez les populations sexuellement matures. Parmi ces 16 loci, 9 furent observés polymorphiques. Un total de 28 différents allèles furent détectés avec un maximum de trois allèles par locus. Aucun déséquilibre de linkage à deux loci ne fut observé parmi huit loci polymorphiques analysés. Découlant d'un modèle diploïde, le niveau moyen d'hétérozygosité estimée était de 0,14 pour la génération mature, avec presque toutes les populations en équilibre d'Hardy-Weinberg pour l'ensemble des loci polymorphiques étudiés. Le taux d'inter-fécondation moyen était de 0,95. Les indices de fixation ont révélé une faible consanguinité sans aucune structure particulière de sous-population. Un niveau important de flux génique existerait donc au sein des populations. En l'absence de preuves évidentes motivant un statut polyploïde, et à la lumière des résultats obtenus, l'espèce pourrait être classée diploïde aussi bien qu'allotétraploïde diploïdisée.

Boyle, T.J.B. 1986. Black spruce genetics, P.N.F.I. 1983-1985. Pages 133-135 *in* Yeatman, C.W.; Boyle, T.J.B. eds. Proc. 20th Meeting Can. Tree Improv. Assoc., Part 1, Québec City.

This report covers activities at both PNFI and the University of New Brunswick, where the author was on eductional leave.

Boyle, T.J.B. 1986. Croissance décennale en hauteur de familles d'épinettes noires obtenues par pollinisation libre en Ontario. PI-X-61F. 25 p.

Ce rapport présente les résultats de la croissance décennale en hauteur de trois séries de tests de descendance de l'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.), obtenue par pollinisation libre, dans trois régions du nord de l'Ontario. Dans chaque plantation expérimentale, l'héritabilité estimative au sens strict variait de 0 à 0,399 dans le cas des arbres pris individuellement et de 0 à 0,896 dans le cas des familles, la moyenne étant respectivement de 0,169 et 0,663. Dans l'ensemble des plantations, elle variait de 0,099 à 0,152 dans le cas des arbres pris individuellement et de 0,836 à 0,930 dans celui des familles, la moyenne étant respectivement de 0,124 et 0,884. Dans les trois séries, l'interaction famille-milieu était significative.

Par l'analyse de grappes se recouvrant partiellement, on a délimité dans chaque région quatre ou cinq zones d'amélioration génétique. Des zones d'amélioration sont proposées. Dans la mesure du possible, elles s'inspirent à la fois des zones d'amélioration génétique et des limites administratives.

Boyle, T.J.B. 1986. Ten-year height growth of open-pollinated black spruce families in Ontario. PI-X-61. 24 p.

Results of 10-year height growth in three series of open-pollinated progeny tests of black spruce (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.), in three site regions of northern Ontario, are presented. Estimates of narrow sense heritability from individual test sites ranged from 0 to 0.399 for single trees and from 0 to 0.896 for families, with averages of 0.169 and 0.663 respectively. Estimates from multi-location analyses ranged from 0.099 to 0.152, with an average of 0.124 for single trees, and from 0.836 to 0.930, with an average of 0.884 for families. The family × environment interaction was significant in all three series.

By means of an overlapping cluster analysis method, four or five genetic breeding zones were delineated for each site region. Proposals are made for breeding zones which, as far as possible, take account of both genetic breeding zones and administrative boundaries.

Boyle, T.J.B. 1986. Tests de provenance dans l'aire de distribution de l'épinette noire en Ontario. PI-X-57F. 36 p.

Des données sont présentées sur la croissance en hauteur et la survie aux âges de 10 et 15 ans à partir du semis, pour 76 provenances d'épinette noire à 5 stations d'étude en Ontario. Les interactions provenance-emplacement pour la croissance en hauteur étaient fortement significatives aux deux âges, mais l'interaction pour la survie à 15 ans ne l'était pas. Des différences importantes ont été observées pour le classement des provenances en fonction de la croissance en hauteur entre les deux âges, mais les différences étaient minimes en ce qui concerne le classement en fonction de la survie. Globalement, la meilleure provenance est celle de Nipissing (Ontario), mais plusieurs autres de l'ouest de l'Ontario et du Québec ont également donné de bons résultats.

Il est conclu à partir de ces résultats que la sélection précoce n'est pas efficace dans le cas de l'épinette noire, que les sources locales et régionales ne sont pas nécessairement supérieures aux sources éloignées et que des provenances particulières peuvent être sélectionnées à l'âge de 15 ans pour des programmes d'amélioration.

Boyle, T.J.B.; Morgenstern, E.K. 1986. Estimates of outcrossing rates in six populations of black spruce in central New Brunswick. Silv. Genet. 35:102-106.

Single-locus outcrossing rates in six populations of black spruce (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) were estimated based on allozyme data from six polymorphic loci using maximum likelihood methods. Multi-locus estimates were also calculated.

An average single-locus estimate of 0.932 was obtained for the outcrossing rate compared with a multi-locus average of 0.924. There was little evidence of a downward bias in single-locus estimates resulting from non-random forms of mating other than selfing, indicating a lack of development of family clustering.

In four of the populations the observed inbreeding coefficient was negative and significantly less than the expected equilibrium inbreeding coefficient. Gametic and post-zygotic selection favouring heterozygotes is proposed as an explantation. In one population the observed inbreeding coefficient was greater than that expected under equilibrium, possibly suggesting an inbred maternal population.

Boyle, T.J.B. 1987. A diallel cross in black spruce. Genome 29:180-186. [421]

A complete 7 × 7 diallel of black spruce (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.), without selfs, planted in three locations, was measured for height growth at several ages. Analysis using Griffing's method 3, model II, demonstrated that general combining ability (GCA) was the dominant genetic component of variation, although specific combining ability (SCA) appeared to be proportionately increasing in importance with age. When data from all locations were combined, the GCA × environment interaction proved to be highly significant. If the trend of increasing proportional importance of SCA continues, existing improvement strategies exploiting only GCA may need to be radically altered. Greater genetic gain would result from crosses among a few clones of high specific combining ability. Whatever approach is used, it appears likely that genotypes will have to be carefully matched to sites. Imbalance in the data set appeared to invalidate *F*-tests. As a result of heterozygosity in the parents and the likely presence of epistasis and linkage disequilibrium, the interpretation of GCA and SCA variance components in terms of additive and dominance genetic variance cannot be made.

Un diallèle 7 × 7 complet d'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.), sans autogame, planté à trois endroits a été mesuré pour en déterminer la hauteur à différents âges. L'analyse, au moyen de la méthode 3, modèle II, de Griffing, a démontré que l'aptitude générale à la combinaison était la composante génétique dominante de la variation, quoique l'aptitude spécifique à la combinaison ait semblé croître en importance avec l'âge. Lorsque les données de tous les sites furent combinées, l'aptitude générale à la combinaison × l'interaction de l'environnement s'est avérée fortement significative. Si la tendance à accorder une importance proportionnelle accrue à l'aptitude spécifique à la combinaison se poursuit, les stratégies courantes d'amélioration se basant seulement sur l'aptitude générale à la combinaison devront peut-être être transformées en profondeur. Des gains génétiques plus importants pourraient être obtenus de croisements de quelques clones possédant une forte aptitude spécifique à la combinaison. Quelle que soit l'approche retenue, il semble probable que les génotypes devront être soigneusement assortis avec les sites. Des déséquilibres dans les ensembles de données ont paru rendre les tests *F* invalides. À cause de l'hétérozygosité chez les parents et de la présence probable de l'épistasie et d'anomalies de liaisons, l'interprétation des composantes de variance des aptitudes générales et spécifiques à la combinaison en termes de variance génétique d'additivité ou de dominance ne peut être effectuée.

Boyle, T.J.B. 1987. Future breeding strategies and the need for early testing in black spruce. Pages 65-72 *in* Demeritt, M.E. Jr. ed. Proc. 30th NE Forest Tree Improv. Conf., School of Forest Res., U. of Maine, Orono, July 22-24, 1986.

Operational improvement programs for black spruce must be efficiently designed, genetically and economically. Recent results suggest that there may be benefit in the use of selected non-local material, and also breeding zones may need to be re-designed. Specific combining ability may contribute significantly to height growth genetic variance at later ages, in which case the seedling seed orchard approach may be sub-optimal.

Boyle, T.J.B.; Morgenstern, E.K. 1987. Some aspects of the population structure of black spruce in central New Brunswick. Silvae Genetica 36:53-60.

Genetic diversity within and genetic differentiation among six populations of black spruce (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) in central New Brunswick were investigated using allozyme frequencies at 12 loci.. Average heterozygosity ranged from 0.192 to 0.253 in the different populations. On the average, the percent heterozygous loci/individual ranged from 17.08 to 22.29, the average number of alleles/locus from 2.17 to 2.50 and the effective number of alleles/locus from 1.24 to 1.38. These values are comparable with those from other conifer species though they might be biased upwards somewhat due to the limited number of polymorphic, independently segregating loci sampled. Other measures of genetic diversity produced similar results.

Partitioning the observed variation into within- and among-population components by using F-statistics led to an estimate of within-population variation amounting to 99 per cent of total variation. These results suggest that emphasis be placed on intra-population sampling in black spruce for tree improvement. The relationship between geographic distance and Nei's genetic distance appeared to be weak, suggesting that isolation by distance may not be responsible for the observed differentiation.

Brand, D.G. 1986. A competition index for the vigour of planted Douglas-fir in southwestern British Columbia. Can. J. For. Res. 16:23-29.

To provide a method of quantifying brush competition in coastal Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) plantations, data from 124 planted trees 1-5 years old were used to derive a competition index for predicting changes in tree vigour measured as a relative production rate. The index, including measures of brush proximity, relative height, and percent ground cover, appears to act as a measure of light interception around the tree crown. Tree vigour was found to be largely a function of the age of the tree from planting and the competition index ($r^2 = 0.71$). Foliage-based measures of growth vigour were more strongly related to the index than basal area or height measures. The index has potential for assessing interspecific competition problems in young Douglas-fir plantations.

En vue de fournir une méthode d'évaluation quantitative de la compétition des broussailles dans des plantations côtières de douglas taxifolié (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco), on a calculé, à partir de données provenant de 124 arbres âgés de 1 à 5 ans, un indice de compétition permettant de prédire l'altération de la vigueur des arbres mesurée comme un taux relatif de production. L'indice, comprenant des mesures de la proximité des broussailles, de la hauteur relative et du pourcentage de la couverture vivante, semble fonctionner comme une mesure de l'interception de la lumière autour de la cime. La vigueur s'est révélé largement reliée au temps écoulé depuis la plantation et à l'indice de compétition ($r^2 = 0,71$). La corrélation de l'indice avec les mesures de la vigueur obtenues à partir du feuillage était plus forte qu'avec les mesures de la surface terrière ou de la hauteur. L'indice pourrait servir à évaluer des problèmes de compétition interspécifique dans les jeunes plantations de douglas taxifolié.

Brand, D.G. 1986. Competition-induced changes in developmental features of planted Douglas-fir in southwestern B.C. Can. J. For. Res. 16:191-196.

One- to five-year-old Douglas-fir, planted operationally, were measured for various developmental characteristics indicative of competition-induced acclimation to resource limitations. Characteristics were tested against a competition index based on measures of the brush canopy surrounding individual trees. The most promising developmental characteristics for assessing competition stress were the specific leaf area of foliage, the allometric relationship of height to basal area, and bud production on nodal shoots. Measures of foliar nitrogen status and leaf internode length were less well correlated with the competition index. Comparing these results with those of controlled laboratory studies gives an indication that on the sites studied, brush competition effects on planted trees are expressed through developmental acclimation to reduced light intensity. Developmental expression of changing nutrient or

moisture availability was less evident, but may be confounded by reduced demand or secondary brush canopy effects.

Dans des plantations de douglas-taxifoliés âgées de 1-5 ans, on a mesuré divers caractéristiques de développement indicatives des changements environnementaux provoqués par la concurrence. Ces caractéristiques ont été mesurées par rapport à un indice de concurrence fondé sur l'interception de la lumière. Les caractéristiques de développement les plus prometteuses pour l'évaluation du stress causé par la concurrence étaient la surface foliare spécifique, le rapport allométrique entre la hauteur et la surface terrière, et la production de bourgeons sur les pousses nodales. Une corrélation moins évidente a été constatée entre, d'une part, l'indice de concurrence et, d'autre part, la teneur en azote des feuilles et la longueur des entre-noeuds foliaires. La comparaison de ces résultats avec ceux des études contrôlées en laboratoire indique que la concurrence des arbustes et des arbrisseux, dans les placettes étudiées, se traduit surtout par l'interception de la lumière plutôt que par des effets ayant rapport avec l'humidité ou les éléments nutritifs.

Brand, D.G. 1986. Standards for regeneration establishment in Canada: a case study for Douglas-fir. For. Chron. 62:84-90.

Most stresses and hazards affecting plantation success occur during the initial establishment period. Ensuring that new stands are fully stocked, with commercial species growing acceptably and not likely to be suppressed by brush or damaged by insects and animals, are the goals of regeneration silviculture. To focus silvicultural efforts, the concept of the free-to-grow plantation has evolved. This paper discusses proposed criteria for setting quantifiable, biologically based free-to-grow standards. A case study using Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb] Franco) illustrates how free-to-grow standards could be developed. The process first requires identification of the factor or stress limiting growth. Then, free-to-grow standards are based on defining a threshold level of the factor for successful tree establishment and applying a projection technique to estimate whether the trees currently below the threshold are in danger of exceeding it.

C'est durant la période qui suit immédiatement sa plantation que le matériel est soumis au plus de risques et de contraintes. La sylviculture de régénération a pour objet de faire en sorte que les nouveaux peuplements sont complètement pourvus en essences marchandes, qu'ils croissent normalement, qu'ils ne seront pas étouffés par les broussailles ni endommagés par les insectes et les autres animaux. C'est afin de mieux faire porter les efforts de la sylviculture que la notion de plantation à croissance libre a fait son apparition. Le document traite des critères proposés pour l'instauration de normes quantifiables et biologiquement fondées de la croissance libre. Un cas, qui intéresse le douglas taxifolié (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) de la côte, montre comment ces normes peuvent être élaborées. Dans un premier temps, on détermine le facteur ou la contrainte limitant la croissance. Ensuite, on fonde les normes sur la détermination d'un seuil du facteur, pour l'implantation assurée des arbres, puis on applique une technique de projection pour estimer si les arbres qui se trouvent sous le seuil risquent de le dépasser.

Brand, D.G.; Kehoe, P.; Connors, M. 1986. Coniferous afforestation leads to soil acidification in Central Ontario. Can. J. For. Res. 16:1389-1391.

The soil pH under 20 coniferous plantations on abandoned farmland at the Petawawa National Forestry Institute was remeasured after 46 years and showed a significant decrease. Soils under white spruce (*Picea glauca* [Moench] Voss) showed the greatest degree of acidification, with the average pH in 13 plantations decreasing by 1.28.

Le pH du sol de 20 plantations de conifères dans des fermes abandonnées à l'Institut forestier national de Petawawa a été mesuré à nouveau après 46 ans et accuse une baisse importante. Ce sont les sols des plantations d'épinettes blanches (*Picea glauca* [Moench] Voss) qui enregistrent le niveau le plus élevé d'acidification, le pH moyen de 13 plantations ayant diminué de 1,28 unités.

Brand, D.G. 1987. Estimating the surface area of spruce and pine foliage from displaced volume and length. Can. J. For. Res. 17:1305-1308.

Accurate determination of the surface area of needle-leaved trees is a basic requirement for many types of physiological or growth analysis studies in forest research. While many methods are available to estimate surface area, there is still a need for an accurate, rapid measurement technique for species with three- or four-sided needle morphology. I propose a regression technique with length and displaced volume as the independent variables. The regression technique is an improvement over the use of displaced volume and length in direct geometric calculation as it does not assume a constant needle morphology. The regression technique gives more accurate results than direct calculation, is comparable in precision, and is necessary to counter bias where variation in the cross-sectional shape of foliage is related to the treatment or variable under study. Use of regression, however, requires that a subsample of foliage, representing the range of conditions to be studied, be sectioned and measured directly for surface area to develop the estimation equation.

Des mesures exactes de la surface du feuillage des arbres à aiguilles sont nécessaires pour de nombreux types d'études physiologiques ou d'analyses de la croissance en recherche forestière. De nombreuses méthodes peuvent être utilisées pour l'estimation de la superficie, mais on ne dispose pas de méthode exacte et rapide pour les aiguilles ayant trois ou quatre côtés. La méthode proposée utilise une technique de régression pour calculer la superficie à partir de la longueur et du volume déplacé (variables indépendantes). Il s'agit d'une amélioration par rapport à une autre technique de calcul direct à partir du volume déplacé et de la longueur, car on n'a pas à attribuer aux aiguilles une forme constante. La technique de régression donne des résultats plus exacts que le calcul direct avec une précision comparable, et elle s'impose pour éviter le biais que l'on aurait autrement lorsque la variation de forme des aiguilles en coupe est reliée au traitement ou à la variable étudiée. Toutefois, avec la technique de régression, on doit faire des coupes de sous-échantillons du feuillage représentant la gamme des conditions étudiées et mesurer directement la superficie afin de construire l'équation d'estimation.

Brand, D.G.; Weetman, G.F.; Rehsler, P. 1987. Growth analysis of perennial plants: the relative production rate and its yield components. Ann. Bot. 59:45-53.

A new formulation for plant growth analysis, called the relative production rate, is proposed for use in the study of perennial plants. The new measure and its yield components are similar to current growth analysis, but use the annual increment of growth, rather than total accumulated growth, as the basis for assessing performance. The relative production rate removes accumulated past growth of the perennating structure, a major determinant of relative growth rate, and acts independently of tree size as a measure of the vigour of growth. The multiplicative yield components of this relative production rate also provide better insight into the current morphological and physiological features of the tree than the standard growth analysis formulations. Examples are given using Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) and red pine (*Pinus resinosa* Ait.) plantations to illustrate the methodology proposed.

Burgess, D.; Chatarpaul, L.; Hendrickson, O. 1986. Field performance of *Frankia*-inoculated and non-inoculated alders (*Alnus* spp.): preliminary results. PI-X-67. 14 p.

This study describes field trials with native and exoctic alders established to assess the potential of tree-sized exotic alders for use in forestry in central Canada. A study of *Frankia* inoculation effects on growth and survival is also included. Seedlings were started in the greenhouse, transplanted into nursery seedbeds, and field outplanted the following spring. Survival and growth were assessed annually and showed significant differences between species. In these studies, the exotic alders *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *A. incana* ssp. *incana* (L.) Moench, and *A. japonica* (Thunb.) Steud. outgrew the local native species *A. incana* ssp. *rugosa* (Du Roi) Clausen. and *A. viridis* ssp. *crispa* (Ait.) Turrill. Other species evaluated included *A. cremastogyne* Burk., *A. rubra* Bong., *A. viridis* ssp. *sinuata* (Reg.) Löve & Löve, and *A. incana* ssp. *tenuifolia* (Nutt.) Breitung. Survival was high for all species except *A. cremastogyne* which was killed by frost. Average heights of 4-year-old trees ranged from a low of 0.97 m for *A. viridis* ssp. *sinuata* to 4.7 m

for *A. japonica*. Diameter (dbh) of the four largest species ranged from 1.67 cm for *A. incana* ssp. *rugosa* to 3.3 cm for *A. incana* ssp. *incana* and *A. japonica*. In the inoculation study, seedlings either were treated with *Frankia* strain ACN1^{AG}, or received a slow-release N fertilizer (without inoculum). These two production systems had variable effects on first-year growth in nursery seedbeds, but inoculated plants showed significantly greater height growth at the field site.

Burgess, D.; Chatarpaul, L.; Hendrickson, O. 1987. Résultats préliminaires des essais de croissance au champ d'aulnes (*Alnus* spp.) inoculés ou non de *Frankia*. PI-X-67(F).

L'étude décrit l'essai sur le terrain d'aulnes indigènes et exotiques établis afin d'évaluer les possibilités forestières d'aulnes exotiques arborescents dans le centre du Canada. Elle englobe aussi les effets de l'inoculation des aulnes par *Frankia* sur l'accroissement et la survie. Après germination en serre, les semis ont été repiqués en pépinière, sur des planches, puis transplantés en place le printemps suivant. La survie et l'accroissement ont été évalués à chaque année et ont révélé des écarts notables entre les espèces et les sous-espèces. Ainsi, les aulnes exotiques *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *A. incana* ssp. *incana* (L.) Moench et *A. japonica* (Thunb.) Steud. ont crû plus vite que les sous-espèces indigènes *A. incana* ssp. *rugosa* (Du Roi) Clausen. et *A. viridis* ssp. *crispa* (Ait.) Turrill. D'autres sous-espèces étudiées comprenaient *A. cremastogyne* Burk., *A. rubra* Bong., *A. viridis* spp. *sinuata* (Reg.) Löve & Löve et *A. incana* ssp. *tenuifolia* (Nutt.) Breitung. La survie de toutes les sous-espèces sauf *A. cremastogyne*, tuée par le gel, était élevée. La hauteur moyenne des sujets de 4 ans variait de 0,97 m (*A. viridis* ssp. *sinuata*) à 4,7 m (*A. japonica*). Chez les 4 sous-espèces au diamètre (dhp) le plus large, ce dernier variait de 1,67 cm (*A. incana* ssp. *rugosa*) à 3,3 cm (*A. incana* ssp. *incana* et *A. japonica*). Dans la comparaison des effets de l'inoculation, les semis ont été soit traités avec la souche ACN1AG, soit soumis à un amendement azoté à libération graduelle (sans inoculation). Ces deux régimes ont eu des effets variables sur l'accroissement dans les planches de pépinière la première année, mais chez les sujets inoculés, l'accroissement en hauteur après la transplantation était notablement supérieur.

Burgess, D.; Peterson, R.L. 1987. Development of *Alnus japonica* root nodules after innoculation with *Frankia* strain HFPArI3. Can. J. Bot. 65:1647-1657.

The ontogeny and structure of nodules on an exotic tree species, *Alnus japonica* (Thunb.) Steud., were studied for up to three months after inoculation of seedlings with a North American *Frankia* strain, HFPArI3. Nodules developed with *Frankia* growth first restricted to one side of the developing vascular cylinder. Nodules became multilobed, developed a complex network of vascular cylinders, and infected cortical cells that are organized in a concentric ring around each vascular cylinder. Each nodule lobe showed a zonation from the meristem basipetally. Cortical cells adjacent to the meristem contain hyphae, while those distal to this zone developed hyphae and endophytic vesicles. Staining for suberin induced fluorescence of root hairs, the endodermal Casparian strip, endophytic vesicle clusters, and periderm. Staining for callose resulted in fluorescence of the encapsulation material at one stage of *Frankia* development. Infected cells had, few small starch grains, while uninfected cells had several large starch grains. The adjacent pericycle was multilayered. Its cells, viewed with the transmission electron microscope, had lobed nuclei, small vacuoles, many mitochondria, and dense plastids containing small starch grains.

Les auteurs ont étudié l'ontogénèse et la structure des nodules d'une espèce d'arbre exotique, l'*Alnus japonica* (Thunb.) Steud., pendant 3 mois à la suite d'une inoculation avec la souche nord américaine de *Frankia* HFPArI3. Le développement des nodules ainsi que la croissance du *Frankia* sont limités au début à un seul côté du cylindre vasculaire. Les nodules deviennent multilobés, développent un réseau complexe de cylindres vasculaires et les cellules corticales colonisées s'organisent en un anneau concentrique autour de chacun des cylindres vasculaires. Chaque lobe nodulaire montre une zonation basipète à partir du méristème. Les cellules corticales adjacentes au méristème contiennent des hyphes alors que celles situées distalement par rapport à cette zone développent à la fois des hyphes et des vésicules endophytes. La coloration pour la subérine induit une fluorescence au niveau des poils absorbants, des bandes de Caspari de l'endoderme, des amas de vésicules endophytes et du périderme. La coloration pour la callose amène une fluorescence du matériel d'encapsulation à un certain stade du développement du *Frankia*. Les

cellules colonisées possèdent peu de grains d'amidon alors que les cellules vierges montrent des grains d'amidon gros et abondants. Le péricycle adjacent est pluristratifié. Ses cellules en microscopie électronique par transmission montrent des noyaux lobées, de petites vacuoles, plusieurs mitochondries et des plastes denses contenant de petits grains d'amidon.

Burgess, D.; Peterson, R.L. 1987. Effect of nutrient conditions on root nodule development in *Alnus japonica*. Can. J. Bot. 65: 1658-1670.

The morphology and structure of nodules on the exotic tree alder *Alnus japonica* (Thunb.) Steud. inoculated with the North American *Frankia* strain HFPArI3 were examined under different nutrient conditions. Seedlings were subjected to a nitrogen, phosphorus, or iron stress treatment using the Ingestad nutrient addition technique which generally produced a decrease in the length of healthy endophytic vesicle cluster zones. External nodule morphology varied according to treatment, with thicker nodules developing under "good" nutrient conditions. Nodule meristems showed apparent apical dominance under conditions of nutrient stress. Increased additions of inorganic nitrogen reduced the levels of nitrogen fixation and increased cortical cell size but reduced the numbers of endophytic vesicles per unit area. High nitrogen fixation levels were accompanied by the formation of numerous large mitochondria in nodule pericycle cells.

Les auteurs ont examiné la morphologie et la structure des nodules d'un arbre exotique, l'*Alnus japonica* (Thunb.) Steud. inoculé avec la souche nord américaine du *Frankia* HFPArI3, les plants ayant été soumis à diverses conditions de nutrition. Les plants ont été soumis à des stress en azote, en phosphore ou en fer en utilisant la technique de nutrition d'Ingestad, laquelle entraine généralement une diminution de la longueur des amas de vésicules endophytes saines. La morphologie externe des nodules varie selon le traitement, avec la formation de nodules plus forts sous des bonnes conditions de nutrition. Dans des conditions de nutrition stressantes, les méristèmes montrent une dominance apical apparente. Des additions accrues d'azote inorganique réduisent les taux de fixation de l'azote et augmentent la dimension des cellules corticales mais réduisent les nombres de vésicules endophytes par unité de surface. Les taux élevés de fixation de l'azote s'accompagnent de la formation de nombreuses grosses mitochondries dans les cellules du péricycle des nodules.

Chatarpaul, L.; Burgess, D.M.; Methven, I.R. 1986. Équations pour estimer la teneur en substances nutritives de la portion épigée de six espèces feuillues de l'est du Canada. PI-X-55F. 20 p.

Les concentrations et biomasses des substances nutritives dans diverses composantes des arbres pour six espèces feuillues de l'est du Canada ont été déterminées et ont servi à estimer les masses des substances nutritives par espèce et par composante. Les arbres d'étude représentaient une gamme de classes de diamètre et de hauteur. Cent cinquante équations de régression linéaire (6 espèces × 5 composantes × 5 substances nutritives) ont été établies à partir des données sur la masse des substances nutritives, le diamètre et la hauteur.

On a constaté que les concentrations des substances nutritives variaient considérablement d'une composante à l'autre. Par exemple, les rameaux et les feuilles contenaient 14 fois plus d'azote (1,246 à 0,087 %) et 17 fois plus de phosphore (0,137 à 0,008 %) que le bois de la tige. En général, les rameaux et les feuilles avaient le plus fort pourcentage d'azote et de magnésium, et l'écorce de la tige avait la plus forte teneur en calcium.

Les équations simples, sauf quelques exceptions, avaient une valeur élevée pour r^2 et faible pour l'erreur-type d'estimation (SEE %), indiquant un bon ajustement des données au modèle linéaire simple. Les équations pour toutes les composantes (sauf les rameaux et les feuilles) du peuplier faux-tremble, de l'érable à sucre, de l'érable rouge et de l'ostryer de Virginie n'étaient pas significativement différentes ($P < 0,05$) et pouvaient être combinées en une seule équation. Toutefois, celles du chêne rouge et du bouleau à papier étaient significativement différentes. L'application des équations combinées (celles des quatre espèces mentionnées) aux données des peuplements permettent de conclure que l'exploitation par

arbres entiers peut augmenter de 56 à 111 % l'extraction des substances nutritives dans l'ordre suivant : P ≈ N > Mg > K = Ca.

Chatarpaul, L. 1987. Biological and nutritional implications of harvesting biomass: a central Ontario perspective. Pages 139-145 *in* Stiasny, Z.-Z., ed. Proc. Sixth Cdn. Bioenergy R&D Seminar, Richmond, B.C. Feb. 16-18, 1987.

The effects of biomass (whole tree) harvest on various soil fertility processes were studied in a central Ontario mixed-wood forest. The biomass harvest yielded 43% more fibre than the conventional (stem only) harvest. However, the biomass harvest increased the export of N, P, K, Ca, and Mg from the site by 147% (214 kg/ha), 117% (22 kg/ha), 111% (98 kg/ha), 98% (294 kg/ha) and 96% (36 kg/ha) respectively. Biomass harvest also had significant influence on other important processes including carbon and nitrogen cycling, soil microorganisms and invertebrates, nitrogen fixation, denitrification, and nitrification. Patterns of regeneration were also affected.

Les effets de l'enlèvement d'arbres entiers sur divers aspects de la fertilité des sols ont été étudiés dans une forêt mixte du Centre de l'Ontario. Cette récolte de la biomasse a produit 43 % plus de fibre qu'une récolte classique (troncs seulement). Toutefois, la récolte de la biomasse a augmenté la perte locale de N, P, K, Ca et Mg par 147 % (214 kg/ha), 117 % (22 kg/ha), 111 % (98 kg/ha), 98 % (294 kg/ha) et 96 % (36 kg/ha) respectivement. Cette récolte influence aussi significativement le cycle du carbone et de l'azote, les micro-organismes et invertébrés dans le sol, la fixation d'azote, la dénitrification et la nitrification, de même que la régénération.

Cheliak, W.M.; Pitel, J.A. 1986. Molecular genetics and plant tissue culture 1983-1985. Pages 139-144 *in* Yeatman, C.W.; Boyle, T.J.B. eds. Proc. 20th Meeting Can. Tree Improv. Assoc., Part 1, Québec City.

In addition to the above two study officers, two other members were included in the spring of 1985. Both Mr. S.M. Lopushanski and Dr. Francine Tremblay have initiated studies dealing with the plant tissue culture of conifer species as well as with deciduous species such as elm, alder, and birch. This realignment of opportunities represents a growth of the genetics effort at the National Institute. With regards to the Molecular Genetics study, the main emphasis in the past 2 years has been with improving extraction protocols, characterization, and quantification of enzyme expression from complex vegetative tissues of coniferous tree species. This work has formed the basis for investigations of population genetics, and pedigree certification of artificial and natural populations of both angiosperm and gymnosperm species. As well, established protocols for analysis of coniferous seeds have formed the basis for studies on the mating dynamics of seed orchards, paternity structure, and mating system of several other species.

Cheliak, W.M.; Skrøppa, T.; Pitel, J.A. 1987. Genetics of the polycross. I. Experimental results from Norway spruce. Theor. Appl. Genet. 73:321-329.

Rates and patterns of male gamete incorporation for a polycross mating design were studied for two independent years of pollination in Norway spruce, *Picea abies* (L) Karst. Segregation distortion in a subset of maternal clones was documented for one locus. We have proposed a model, involving the existence of a linked lethal allele, which accounts for these observations. Significant temporal and maternal clonal differences were observed in the rates at which single locus and multilocus gametes were incorporated. Striking differences in apparent fertility existed among four clones which produced unique multilocus gametes. One clone, in particular, was shown to be contributing three times as many gametes to the next generation as predicted by the hypothesis of equal clonal male contribution. These deviations from expectation were also detected in the genotypic distributions of the resultant filial generation. Ramifications of these results on family structures in the filial generation, effective size of the male population, and possible bias in inferences of genetic differences and parameter estimation are discussed.

Cheliak, W.M.; Yeh, F.C.H.; Pitel, J.A. 1987. Use of electrophoresis in tree improvement programs. For. Chron. 63:89-96.

Some applications of isozyme technology in tree improvement programs are discussed. The connection between single-gene enzyme products and classical Mendelian genes is developed to provide the framework for an understanding of the utility of single genes. Three main applications for this technology in tree improvement programs are identified. The first is for registration and certification of pedigrees of families and clones. Secondly, isozymes can often be used to more accurately ascribe relative species purity in cases where hybridization occurs between two parental taxa. Finally, these single gene markers can be used extensively in seed orchards to estimate mating systems, elucidate mating patterns among orchard clones, establish relative fertility, determine relative proportions of contamination, and quantitatively describe patterns of effective pollen flow in the orchard. Costs of running an electrophoresis laboratory are discussed.

Certaines applications des iso-enzymes à l'amélioration des arbres font l'objet d'une discussion. En développant la relation entre les produits enzymatiques d'un seul gène et les gènes mendéliens classiques, on établit les bases de la compréhension de l'utilité des gènes simples. Trois grandes applications de la technique à l'amélioration des arbres se dégagent. La première concerne l'homologation et la certification des généalogies de familles et de clones; la deuxième peut souvent servir à déterminer plus fidèlement la pureté relative d'une espèce, dans le cas d'hybridation entre deux taxons; la troisième, grâce à des gènes marqueurs simples, permet, en extensive, d'estimer les systèmes d'accouplement dans les vergers à graines, d'élucider les assortiments entre les clones d'un verger, de déterminer la fertilité relative, de mesurer les taux de contamination et de décrire sur le plan quantitatif le transport effectif du pollen dans le verger. Les coûts de fonctionnement d'un laboratoire d'électrophorèse sont analysés.

Coleman, M.N.; Nieman, T.C.; Boyle, T.J. 1987. Croissance, survie et forme de la tige, à 22 ans, d'épinettes de Norvège soumises à un test de descendance. PI-X-73F. 11 p.

Les auteurs ont mesuré la hauteur et le diamètre d'épinettes de Norvège (*Picea abies* [L.] Karst) âgées de 22 ans et soumis à un test de provenance. Les classes des dommages à la forme de la tige, dus au charançon (*Pissodes strobi*), ont été déterminées. Afin d'estimer l'héritabilité de certaines variables, ces données ont ensuite été combinées aux résultats des évaluations antérieures des dégâts causés par la gelure printanière et des ravages provoqués chez les parents par le charançon. Les limites du plan d'expérience ont rendu l'interprétation des données plus difficile, mais l'héritabilité des variables relatives à la croissance correspondait à la plage des valeurs estimées chez d'autres essences de conifères. La régulation génétique de la tolérance aux invasions du charançon semble élevée. Leur vitesse d'accroissement en volume était supérieure à celle des meilleures plantations locales d'épinettes blanches (*Picea glauca* [Moench] Voss).

Coleman, M.N.; Nieman, T.C.; Boyle, T.J. 1987. Growth, survival, and stem form of a 22-year-old Norway spruce progeny test. PI-X-73. 10 p.

Measurements of height and diameter and ratings of weevil (*Pissodes strobi*) damage to stem form in a 22-year-old progeny test of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) were combined with previous assessments of spring frost damage and parental weevil damage to estimate heritabilities for several variables. Limitations of experimental design complicated interpretation, but heritabilities of growth variables were typical of those estimated for other conifer species. Genetic control of tolerance to weevil attack appears to be high. Volume increment exceeded that of the best local white spruce (*Picea glauca* [Moench] Voss) plantations.

Daffern, J.G.; Poland, J.S.; Van Loon, G.W. 1987. Nutrient cycling and biomass distribution in 1K plantations of hybrid poplar. Pages 129-133 *in* Stiasny, Z.-Z. ed. Proc. Sixth Cdn. Bioenergy R&D Seminar, Richmond, B.C. Feb. 16-18, 1987.

Macro- and micronutrient levels in soils and foliage were measured at 130 sites for a variety of hybrid poplar clones. For DN1 hybrids, ages 2-9 years, trees were partitioned into foliar blades and petioles, branches, twigs, bolewood, bole bark and roots, and the components analyzed for nutrient composition. Results and trends are discussed with respect to biomass production and nutrient cycling.

On a mesuré à 130 endroits les niveaux d'éléments macronutritifs et micronutritifs dans le sol et le feuillage de différents clones de peupliers hybrides. Pour ce qui est des hybrides DN1, âgés de 2 à 9 ans, les arbres ont été répartis en brins foliaires et pétioles, en branches, en brindilles, en bois de fût, en écorce de fût et en racines, et la composition nutritive des constituants a été analysée. Les auteurs examinent les résultats en fonction de la production de biomasse et de la circulation d'éléments nutritifs.

Evert, F. 1987. Systèmes d'équations pour calculer la masse anhydre de 18 essences canadiennes. PI-X-59F. 55 p.

Le rapport présente des systèmes uniques d'équations types permettant de calculer, pour 18 essences canadiennes, la masse anhydre. Chaque système comprend trois équations : la première pour tout le bois de fût, la deuxième pour toute l'écorce de fût, et la troisième, pour le houppier. Les données obtenues au moyen d'échantillons prélevés dans différentes régions géographiques ont servi à vérifier la justesse des équations pour toutes les essences. Pour le bois de fût, dans 97 % des cas, l'écart entre les valeurs calculées et les valeurs observées était d'au plus 10 %; pour l'écorce de fût, dans 93 % des cas, l'écart était de 15 %; et pour le houppier, l'écart maximum était de 30 % dans 86 % des cas.

Flannigan, M.D.; Harrington, J.B. 1987. A study of the relationship of meteorological variables to monthly provincial area burned by wildfire in Canada 1953-80. Pages 229-234 *in* Preprint Vol., Ninth Conf. on Fire and Forest Meteor., April 21-24, 1987. Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.

A purely statistical approach to estimating the monthly provincial area burned by wildfire using meteorological variables as predictors led to the conclusion that area burned is strongly influenced by the length and frequency of dry cycles. Extensive areas burned west of Lake Nipigon occurs in the presence of the large slow-moving upper high pressure areas generally associated with blocking of the westerlies.

Flannigan, M.D.; Harrington, J.B. 1987. Synoptic weather conditions during the Porter Lake experimental fire project. Climatolo. Bull. 20:19-40.

During a series of fire behaviour tests in black spruce-lichen woodland near Porter Lake, Northwest Territories (107°88"W, 61°79"N) the last fire of the series escaped confinement and burned over 1430 hectares. This report investigates the synoptic weather conditions from June 27 to July 26, 1982, bracketing the test fire period.

It was found that strong surface winds on July 7, 1982, contributed to the escape of the fire. These unexpectedly strong and persistent winds resulted from a deep convective layer near the ground linking the surface wind to the lower extremity of an upper level jet stream. Such winds could not have been predicted without the help of an experienced weather forecaster.

Lors d'une série de tests visant à étudier le comportement du feu dans une forêt claire composée d'épinettes noires et de lichens près de Porter Lake dans les Territoires-du-Nord-Ouest (107°88"0., 61°79"N.), le dernier feu de la série n'a pu être contenu et s'est propagé sur 1430 hectares. Dans ce rapport, sont étudiées les conditions synoptiques du temps du 27 juin au 26 juillet 1982, intervalle comprenant la période des tests.

On a découvert que de forts vents de surface le 8 juillet 1982 ont contribué à la propagation de feu hors des limites fixées. Ces vents forts et persistants qui n'avaient pas été prévus sont dus à la formation près du sol d'une couche de convection profonde reliant le vent de surface à l'extrémité inférieure d'un courant-jet à haute altitude. De tels vents n'auraient pu être prévus sans l'aide d'un prévisionniste expérimenté.

Flannigan, M.D.; Vonder Haar, T.H. 1986. Forest fire monitoring using NOAA satellite AVHRR. Can. J. For. Res. 16:975-982.

The feasibility of using the advanced, very high resolution radiometer (AVHRR) carried by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) series of satellites to monitor forest fires was tested during a severe fire outbreak in north central Alberta between June 12 and June 21, 1982. A multispectral technique used AVHRR channels 3 and 4 to identify fires and estimate fire size. This multispectral approach enabled identification of subpixel-sized fires as small as 1 ha. During the study, fires were obscured from satellite view by the presence of cloud and smoke 59% of the time. In the remaining time, 80% of the fires listed by the Alberta Forest Service were identified by satellite. Satellite observations of forest fires are not sufficiently accurate to replace existing monitoring methods, but they are of value in providing a rapid, inexpensive supplement, especially in remote forested areas.

La faisabilité de surveiller les incendies de forêt à l'aide du radiomètre perfectionné à trés haut pouvoir de résolution (AVHRR), embarqué par les séries de satellites de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), a été testée lors d'un début d'incendie sévère dans le centre-nord de l'Alberta entre le 12 et le 21 juin 1982. Une technique multispectrale utilisant les canaux 3 et 4 du radiomètre a été employée pour reconnaître les incendies et estimer leur superficie. Cette technique a permis de repérer des incendies de superficie aussi faible que 1 ha, couvrant moins d'un pixel. Au cours de l'étude, la présence de nuages et de fumées a voilé les incendies pour le radiomètre 59 % du temps. Le reste du temps, 80 % des incendies relevés par le service des forêts de l'Alberta ont été repérés par le radiomètre. L'observation des feux de forêt par les satellites n'est pas assez précise pour remplacer les méthodes actuelles de surveillance, mais elle constitue un complément rapide et peu coûteux, surtout pour les régions forestières éloignées.

Flannigan, M.D.; Vonder Haar, T.H. 1986. Forest fire monitoring using the NOAA satellite series. Pages 168-172 *in* Preprint Vol. 2nd Conf. Satellite Meteorol./Remote Sens. Applic. Williamsburg, VA. Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.

The technique of fire monitoring described in this report uses satellite data to monitor forest fire location and size and could be used to complement existing detection systems. Remote areas of North America, which include large segments of Canada's boreal forest, are ideally suited for fire monitoring by satellite because reports of fire detection by conventional means are usually slow and scarce.

Fogal, W.H. 1986. Applying *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. to soil for control of the spruce cone maggot *Lasiomma anthracina* (Czerny). Pages 257-266 *in* Proc. Conf. Cone and Seed Insects Wk. Party Conf. S2.07-01. Briançon-Hautes Alps, France. IUFRO, Sept. 1986.

Most puparia of the cone maggot *Lasiomma anthracina* (Czerny) were found in litter and humus horizons within a 1 m radius of the stems in 13-year-old and 22-year-old plantations of white spruce *Picea glauca* (Moench) Voss. When larvae of the cone maggot were incubated under laboratory conditions in low-moisture humus that had been inoculated with conidia of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill (7.7×10^6 conidia/g mixed with humus and 2.5×10^6 conidia/cm^2 layered on the surface), 42 percent mortality was observed; the pathogen was not effective in high-moisture soil. When larvae were added to reconstituted plantation soil treated with conidia (2.6×10^6 conidia/g mixed with humus and 1.5×10^5 conidia/cm^2 layered on the surface) and incubated under field conditions, 21 percent mortality was observed. Flour or talc were equally effective as spore carriers.

Dans des plantations de 13 et 22 ans d'épinettes blanches (*Picea glauca* [Moench] Voss), on a trouvé la plupart des pupariums de la mouche granivore (*Lasiomma anthracina* [Czerny]) dans la litière et l'humus dans un rayon de 1 m des tiges. Lorsque des larves de la mouche ont été incubées au laboratoire dans de l'humus à faible teneur en humidité ayant été inoculé de conidies de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. ($7,7 \times 10^6$ conidies/g mélangées à l'humus, et $2,5 \times 10^6$ conidies/cm^2 répandues à la surface), on a observé un taux de mortalité de 42 %; les conidies n'ont pas été efficaces dans un sol très humide. Par ailleurs, lorsque les larves ont été ajoutées à un sol reconstitué de plantation traité avec les conidies ($2,6 \times 10^6$ conidies/g mélangées à l'humus, et $1,5 \times 10^5$ conidies/cm^2 répandues à la surface) et qu'elles ont été incubées sur le terrain, on a observé un taux de mortalité de 21 %. L'utilisation de farine ou de talc comme support des spores s'est avérée tout aussi efficace.

Fogal, W.H. 1986. Control and monitoring of seed and cone insects of white and black spruce - Petawawa 1983-84. Pages 150-153 *in* Yeatman, C.W.; Boyle, T.J.B. eds. Proc. 20th Meeting Can. Tree Improv. Assoc., Part 1, Québec City.

All activities for 1983-84 were concentrated on studies relating to the control and monitoring of seed and cone insects of white spruce, *Picea glauca* (Moench) Voss, and black spruce, *Picea mariana* (Mill.) BSP. A study on selection and testing for resistance to insects and diseases was terminated in 1983. Findings and conclusions are summarized.

Fogal, W.H. 1986. Insect management on spruce and pine. Page 253 *in* Yeatman, C.W.; Boyle, T.J.B. eds. Proc. 20th Meeting Can. Tree Improv. Assoc., Part 1, Québec City.

Chemical, biological, cultural and management tactics have been suggested and tested for control of seed and cone insects on white spruce *Picea glauca* (Moench) Voss, black spruce, *Picea mariana* (Mill.) B.S.P., red pine, *Pinus resinosa* Ait., eastern white pine, *Pinus strobus* L., and western white pine, *Pinus monticola* Dougl. Control of insects with insecticides applied as foliar sprays, stem injections or soil incorporation is possible. Insecticides include systemics such as dimethoate, orthene, lannate, metasystox-R, bidrin, carbofuran, and permethrin, a contact insecticide. A fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., is a promising microbial control agent for the spruce cone maggot, *Lasiomma anthracina* (Czerny) and prescribed fire can be used for control of the red pine cone beetle, *Conophthorus resinosae* Hopkins. Cone crop size and other pests influence the efficacy of treatments, and factors such as timing, crop size, potential insect damage, and seed requirements should be considered before implementing a treatment.

Fogal, W.H.; Mittal, R.K.; Thurston, G.S. 1986. Production and evaluation of *Beauveria bassiana* for control of white spruce cone and seed insects. PI-X-69. 15 p.

This report provides a detailed description of a method for producing conidiospores of entomopathogenic fungi, exemplified by *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., on a bran medium. Procedures are outlined for determining and maintaining viability of spores and ensuring that the product has a high degree of virulence against insect pests. Possible modes of application for use against white spruce *Picea glauca* (Moench) Voss cone and seed insects are suggested.

Fogal, W.H.; Thurston, G.S.; Chant, G.D. 1986. Reducing seed losses to insects by treating white spruce conelets with conidiospores of *Beauveria bassiana*. Proc. Ent. Soc. Ont. 117:95-98.

The results of an experiment to control seed losses due to insects by use of entomopathogenic fungi.

Fogal, W.H.; Mittal, R.K.; Thurston, G.S. 1987. Production et évaluation de *Beauveria bassiana* pour la lutte contre les insectes s'attaquant aux cônes et aux semences de l'épinette blanche. PI-X-69F. 17 p.

Ce rapport décrit en détail une méthode de production, sur du son, des conidies de champignons pathogènes pour les insectes, en l'occurence *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Il énonce les modalités pour déterminer et maintenir la viabilité des spores et garantir au produit un degré élevé de virulence contre les insectes ravageurs. On y mentionne des possibilités d'utilisation contre les insectes s'attaquant aux cônes et aux semences de l'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss).

Harrington, J.B.; Newark, M.J. 1986. The interaction of a tornado with rough terrain. Weather 41:310-318.

Three tornadoes in Québec exhibited considerable interaction with the rough terrain of the region. They tended to seek out valleys and avoid hills, they intensified on downslopes, and created their greatest destruction in the hollows between large ridges.

Harrington, J.B. 1987. Climatic change: a review of causes. Can. J. For. Res. 17:1313-1339.

The earth's climate is constantly changing. Climatic change is effected by many factors: the influence of continental drift, variations in solar intensity, volcanism, the impact of meteors and comets, changes in the earth's orbital parameters, ice accumulation and depletion, variations in oceanic circulations and chemistry, changes in terrestrial and aquatic life, and changes in atmospheric composition and circulation. Despite these influences, many of them large, and despite changes in the sun's radiant intensity over the past 4.5 billion years, the average temperature of the earth's surface has remained remarkably constant, hovering near 15°C. This implies the presence of strong negative feedbacks reacting to any major environmental change. During the past century, man's influence on his environment has been increasing at an unprecedented rate. Under this influence, and particularly because of the effect of the so-called "greenhouse gases," the global mean temperature is expected to rise approximately 2.5°C by the middle of the 21st century. There remains a degree of uncertainty in this prediction because of unresolved problems in estimating various positive and negative feedback mechanisms in air, earth, ocean, ice, and vegetation interaction and in the unknown magnitude of volcanic activity. The finest numerical models and the fastest computers are, at present, inadequate to resolve all of the problems. However, the best scientific evidence points to a return by the middle of the 21st century to a climate similar to that of the climatic optimum 5000–6000 years ago. The degree of confidence in the direction, speed, and magnitude of the impending climatic change is sufficient that affected agencies should be actively mapping strategies to respond most advantageously to the expected changes. This is particularly true of forestry in Canada where climatic changes are expected to be large and the lifetime of current plantings will extend well into the period of anticipated change.

Le climat terrestre est en continuel changement sous l'action de nombreux facteurs, notamment les variations de l'intensité solaire, des paramètres de l'orbite terrestre, des courants et de la chimie des océans, de la vie terrestre et aquatique ainsi que de la composition et de la circulation atmosphériques, la dérive des continents, le volcanisme, les impacts météoritiques et cométaires, et l'accumulation et la fonte de la glace. En dépit de l'importance, loin d'être négligeable, de ces facteurs et en dépit de changements de la radiance solaire au cours des 4,5 derniers milliards d'années, la température moyenne de la surface terrestre est demeurée remarquablement constante, oscillant autour de 15°C. Ceci suppose l'intervention de fortes rétroactions négatives en réponse à tout bouleversement du milieu. Au cours du siècle dernier, l'influence de l'homme sur l'environnement a augmenté à une vitesse sans précédent. C'est pourquoi, notamment à cause de «l'effet de serre», on s'attend à ce que la température moyenne à la surface du globe ait augmenté d'environ 2,5°C au milieu du 21e siècle. Cette prédiction demeure relativement incertaine, compte tenu des problèmes qui subsistent dans l'évaluation de divers mécanismes de rétroaction positive et négative mettant en jeu les interactions entre l'air, la terre, l'océan, la glace et la végétation, et compte tenu de l'incertitude quant à l'intensité de l'activité volcanique. Les modèles

numériques les plus précis et les ordinateurs les plus rapides sont encore impuissants devant tous ces problèmes. Cependant, d'après les connaissances scientifiques actuelles, il y a tout lieu d'attendre pour le milieu du 21e siècle un climat semblable à celui de l'optimum climatique, il y a 5000 à 6000 ans. Le degré de confiance dans la direction, la vitesse et la magnitude des changements climatiques à venir est suffisant pour que les organismes visés commencent dès maintenant à établir des stratégies permettant d'y faire face. Dans le domaine de la foresterie canadienne, cette attitude se justifie d'autant plus qu'on y prévoit des changements climatiques importants et que la vie des plantations actuelles atteindra aisément la période prévue de ces changements.

Harrington, J.B.; Flannigan, M.D. 1987. Drought persistence at forested Canadian stations. Pages 204-206 *in* Preprint Vol., Ninth Conf. on Fire and Forest Meteor., April 21-24, 1987. Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.

Although Markov chain distributions fit most dry day sequences accurately over the bulk of the data points, they failed to fit the tails of the distribution and, therefore, failed to predict the occurrence of the long dry spells of significance in bad fire years. At Tel Aviv the same problem was attributed to the higher probability of drought during the Mediterranean summer. In Canada, it is proposed that the tail of the distribution may be caused by the occurrence of blocking ridges in the Westerlies. Preliminary analyses using two probabilities, one for normal weather sequences and a second for periods during 'blocking', appear to explain the tail of the data more successfully. Research is continuing along this line of investigation.

Hasnain, S.; Cheliak, W. 1986. Tissue culture in forestry: economic and genetic potential. For. Chron. 62:219-225.

Vegetative propagation of Canadian conifers by tissue culture methods will allow the exploitation of the maximum genetic gain achieved in forest tree breeding programs. Tissue culture could provide a much more rapid means for delivering the genetic gain achieved to the commercial forests.

La multiplication de conifères canadiens par des méthodes de culture de tissus permettra l'exploitation maximale des gains génétiques obtenus dans les programmes d'amélioration forestière par pollinisation sélective. Les cultures tissulaires pourraient assurer un transfert bien plus rapide des améliorations génétiques à la sylviculture.

Hendrickson, O.Q. 1986. Invasion of clear-cuttings by the actinorhizal plant *Comptonia peregrina*. Can. J. For. Res. 16:872-874.

Three years after harvesting a mixed conifer-hardwood forest in Ontario, the density of sweet fern (*Comptonia peregrina* [L.] Coult.) was far greater on a whole-tree harvest site (logging slash removed) than on an adjacent conventional harvest site (logging slash present). These differences were related to the degree of site disturbance, particularly forest floor removal. Nodule fixation rates also appeared to reflect the degree of disturbance, being highest in plants growing along a logging road where the sandy nitrogen-poor mineral soil was exposed, and exceptionally low on the conventional harvest site (0.67 μmol C_2H_4 g dry weight^{-1} h^{-1}). Overall, acetylene reduction activity showed a significant negative correlation (r = -0.77, $p < 0.001$) with total N.

Trois ans après une récolte effectuée dans une forêt mixte de conifères et de feuillus en Ontario, la densité de la comptonie voyageuse (*Comptonia peregrina* [L.] Coult.) était beaucoup plus élevée sur un terrain exploité par arbres entiers (avec elimination des rémanents) que sur un terrain adjacent exploité selon la méthode classique (sans élimination des rémanents). La différence était reliée au degré de perturbation des terrains, et plus particulièrement à l'enlèvement de la couverture morte. Les vitesses de fixation des nodules ont également semblé refléter le degré de perturbation, étant plus élevées chez les plantes poussant le long d'un chemin de débardage où le sol minéral sableaux, pauvre en azote, était exposé et étant exceptionnellement faibles sur le terrain exploité selon la méthode classique (0,67 μmol C_2H_4 g

poids anhydre^{-1} h^{-1}). Dans l'ensemble, l'activité de réduction de l'acétylène a fait voir une corrélation négative significative (r = -0,77, p <0,001) avec l'azote total.

Hendrickson, O. 1987. Winter branch nutrients in northern conifers and hardwoods. For. Sci. 33:1068-1074.

Distributions of N, K, Ca, and Mg were examined in branch wood and bark of five common forest species growing in a mixed stand in central Ontario. Branches were divided into the following diameter classes (cm): 0.0–0.5, 0.5–1.5, 1.5–2.5, 2.5–5.0, and 5.0–7.5. Concentrations of nutrients in both wood and bark declined exponentially with branch diameter. Wood N concentrations declined more rapidly in hardwoods than in conifers. While K and Mg were strongly concentrated in branch tips, they did not vary significantly along the length of branches >1.5 cm diameter. Levels of Ca in bark did not vary along the entire length of the branch. Proportionately greater declines in nutrient concentrations were found in wood than in bark, indicating a higher degree of nutrient recycling during branch wood formation. Total branch nutrients were greater in hardwoods than in conifers, with higher amounts in hardwood bark more than compensating for the lack of foliage in winter. Although branch bark is the major nutrient reserve for spring growth in hardwoods, nutrients stored in wood may also be significant.

Hendrickson, O.Q.; Burgess, D.M.; Chatarpaul, L. 1987. Biomass and nutrients in Great Lakes – St. Lawrence forest species: implications for whole-tree and conventional harvest. Can. J. For. Res. 17:210-218.

Total aboveground biomass and nutrient contents were measured in a mixed conifer and hardwood stand in Ontario. Removal of woody stems >9 cm dbh (conventional harvest) yielded 138 000 kg/ha; removal of essentially all aboveground woody material (whole-tree harvest) yielded an additional 52 000 kg/ha, a 38% increase. Whole-tree harvest increased N removal by 191 kg/ha (132%). Logging slash on the conventional harvest plot added 163 kg N/ha to the forest floor. Nutrients within various biomass components of seven tree species were compared. *Pinus resinosa* Ait., the dominant conifer, produced the greatest amount of biomass per unit mass of nutrient, combining low nutrient concentrations with a high proportion of biomass in stem wood. *Populus tremuloides* Michx., the dominant hardwood, had high proportions of cation-rich bark but had a lower whole-tree N concentration than most other species. High nutrient contents in *Abies balsamea* (L.) (Mill.) and *Picea glauca* (Moench) Voss were related to large amounts of fine branches and foliage. Compared with the dominants, shade-tolerant species had less differences in nutrient concentrations between small and large diameter portions of stems and branches, suggesting a limited capacity for retranslocation. *Abies balsamea* was particularly poor at conserving K. A conventional harvest often leaves small diameter stems of species (*Abies balsamea, Acer rubrum* L.) that accumulate large amounts of nutrients and that may be poorly adapted to low throughfall cation inputs and high light intensities following overstory removal. Replacement of stands of *Pinus* spp. by *Populus* spp. represents a less efficient use of site nutrient capital in that the latter species produce less biomass per unit nutrient retained in permanent aboveground tissues. Whole-tree harvesting on nutrient-poor sites in the Great Lakes – St. Lawrence forest may lead to establishment of aspen stands of low productivity.

Les auteurs ont mesuré la biomasse épigée et l'accumulation d'éléments dans un peuplement mixte de conifères et de feuillus en Ontario. L'exploitation des tiges ligneuses >9 cm dhp (exploitation conventionnelle) s'élevait à 138 000 kg/ha; l'exploitation par arbres entiers a ajouté 52 000 kg/ha, une augmentation de 38 %. L'exploitation par arbres entiers a ajouté une exportation de 191 kg N/ha (132 %). Les rémanents de la coupe conventionnelle ont ajouté 163 kg N/ha à la couverture morte. On a comparé les quantités d'éléments contenues dans les constituents de la biomasse de sept espèces d'arbre. *Pinus resinosa* Ait., le conifère dominant, a produit la plus faible quantité de biomasse par unité de masse d'élément, en combinant de faibles concentrations en éléments avec une forte proportion de biomasse dans le bois de tige. *Populus tremuloides* Michx., le feuillu dominant, renfermait les plus fortes quantités de cations dans l'écorce, mais il avait une plus faible concentration globale de N que les autres espèces dans l'exploitation par arbres entiers. Les hauts niveaux d'éléments dans *Abies balsamea* (L.) (Mill.) et *Picea glauca* (Moench) Voss étaient reliés aux grandes quantités de branches fines et de feuillage. Par

comparaison avec les dominants, les espèces tolérantes d'ombre ont montré moins de différences de concentrations en éléments entre les constituents de faible diamètre et les constituents de large diamètre des tiges et des branches, suggérant une faible capacité de translocation. *Abies balsamea* s'est avéré être un piètre conservateur de K. Une coupe conventionnelle laisse souvent des tiges de petit diamètre d'espèces (*Abies balsamea, Acer rubrum* L.) qui accumulent de larges quantités d'éléments, et qui peuvent être pauvrement adaptée à de faibles apports cationiques par pluviolessivage et aux fortes densités lumineuses que suivent l'enlèvement de l'étage dominant. Le remplacement de peuplements de *Pinus* spp. par *Populus* spp. représente une utilisation moins efficace du capital d'éléments de la station, parce que le genre *Populus* produit moins de biomasse par unité d'éléments retenus dans les tissus épigés pérennes. L'exploitation par arbres entiers dans des stations pauvres de la forêt de la région des Grands Lacs et du St-Laurent peut conduire à l'établissement de peuplements de peuplier faux-tremble de faible productivité.

Howe, J.L.; Poland, J.S.; Van Loon, G.W. 1987. Nutrient cycling and biomass distribution in 35K energy plantations of hybrid poplar. Pages 134-138 *in* Stiasny, Z.-Z. ed. Proc. Sixth Cdn. Bioenergy R&D Seminar, Richmond, B.C. Feb. 16-18, 1987.

Macro- and micronutrient levels in soils and tree components were determined at 15 sites for 5 hybrid poplar clones over a period of 2 years. Leaf samples were allowed to decompose in the field over a period of one year, and nutrient return and biomass loss were monitored. Results and trends are discussed with respect to biomass production and nutrient cycling.

Pendant deux ans, on a mesuré à 15 endroits les niveaux d'éléments macronutritifs et micronutritifs dans le sol et les constituants ligneux de cinq clones de peupliers hybrides. On a laissé des échantillons de feuilles se décomposer sur place pendant un an, et on a mesuré le rendement nutritif et la perte de biomasse. Les auteurs examinent les résultats en fonction de la production de biomasse et de la circulation d'éléments nutritifs.

Hurly, T.A.; Yeatman, C.W.; Robertson, R.J. 1987. Maturity and viability of seed from squirrel-cut pine cones. For. Chron. 63:268-271.

The viability of pine seed from cones cached by red squirrels was compared with the viability of seed collected weekly during August and September. Scots pine seed collected during the last three weeks of August exhibited poor but increasing germinability (24.3% - 77.0%), but seed collected in September showed high germinability (95.0% - 99.5%). The strategy of collecting cones before intensive harvesting by squirrels is therefore of limited utility. Scots, red, and jack pine cones recovered from squirrel caches yielded seed of acceptable quality (greater than 80% germinability in 9 of 10 collections). Recovering cones from squirrel caches is a practical and viable strategy in seed orchards and natural forests. We recommend that collections be made within one month of harvesting by the squirrels.

Nous avons étudié la viabilité de la semence de pin en fonction de la récolte et du dépôt en cache des cônes de pin par les écureuils roux. La semence de pin sylvestre recueillie au cours des trois dernières semaines d'août possédait un pouvoir germinatif faible, mais croissant (24,3 à 77 %). Par contre, celui de la semence récoltée en septembre était très élevé (95 à 99,5 %). L'utilité de la stratégie consistant à recueillir les cônes avant leur récolte intensive par les écureuils roux est donc limitée. Des cônes de pin sylvestre, de pin rouge et de pin gris, pris dans des caches d'écureuils, ont donné une semence de qualité acceptable (pouvoir germinatif supérieur à 80 % dans 9 cueillettes sur 10). La récupération des cônes dans les caches d'écureuils est une stratégie pratique et viable dans les vergers à graines et les forêts naturelles. Nous recommandons d'effectuer des cueillettes moins d'un mois à partir de la récolte réalisée par les écureuils.

Janas, P.S. 1986. Statistiques concernant les semences de conifères au Canada : résultats de l'enquête portant sur l'anée 1982-1983. PI-X-56F. 25 p.

Sont présentés les résultats d'une étude nationale sur les semences d'arbres forestiers en 1982-1983. Le pin gris, l'épinette blanche et l'épinette noire continuent de figurer au premier rang des essences employées pour le reboisement au Canada (respectivement 43, 24 et 18 % de toutes les graines utilisées à cette fin). Chacune de ces essences dominait dans trois provinces au chapitre du nombre de semences utilisées. Par rapport à l'étude de 1980-1981, les quantités de cônes cueillis et traitées et de semences entreposées sont sensiblement plus élevées à l'échelle nationale, tandis que le nombre de graines utilisées pour les programmes de reboisement a baissé de 7,3 % pour s'établir à 5,3 milliards. Environ 87,5 % des semences des principales essences de reboisement provenaient de peuplements naturels non améliorés, 12,4 % de peuplements utilisés pour la production et la récolte de graines et seulement 0,2 % de vergers à graines; ces statistiques n'ont pratiquement pas changé depuis la dernière étude. Quatorze installations d'extraction de semences, dont trois privées, ont traité des graines d'essences forestières en 1982-1983. La plupart des 12 installations équipées d'entrepôts ont indiqué que leurs semences de conifères entreposées avaient une teneur en humidité de 6 % et qu'elles étaient conservées à des températures au-dessous du point de congélation dans des contenants de polyéthylène aux parois épaisses.

Kimmins, J.P. 1986. Predicting the consequences of intensive forest harvesting on long-term productivity: The need for a hybrid model such as FORCYTE-II. Pages 31-84 *in* Agren, G.I. ed. Predicting consequences of intensive forest harvesting on long-term productivity. Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. Ecol. & Environ. Res., Report 26.

In this paper, the history of forest yield and production studies is reviewed briefly, and attention is drawn to the critical importance of understanding fine root dynamics if we wish to estimate total net primary production (NPP) rather than yield or above-ground NPP. Methods of predicting future NPP and/or yield, and some important philosophical considerations thereof, are discussed, and an ecosystem simulation model of forest production, FORCYTE-II, is briefly described.

Kimmins, J.P.; Scoullar, K.A.; Bigley, R.E.; Kurz, W.; Comeau, P.G.; Chatarpaul, L. 1986. Yield prediction models: the need for a hybrid ecosystem-level approach incorporating canopy function and architecture. Pages 26-48 *in* Fujimori, T.; Whitehead, D. eds. Proc. Conf. Crown and Canopy Structure in Relation to Productivity. Ibaraki, Japan.

The history of forest stand production studies can be divided into three major phases associated with three different approaches: historical bioassay, process studies, and hybrid simulation. The historical bioassay approach gives believable predictions of future production, but only if future growth environments remain similar to those of the recent past. The process approach gives us an understanding of how forest production is determined, and it has the flexibility to predict growth accurately in changed future growth environments. However, process models have not been produced at the level of biological integration that is needed to make them useful predictors of the effects of changes in management on forest stand production. The hybrid simulation approach combines the historical bioassay and process approaches, the strengths of each approach compensating for the weakness of the other.

Kimmins, J.P.; Scoullar, K.A. 1987. Simulation of the yield, the sustainability of yield, the economics and the energy efficiency of biomass production in forestry and agroforestry using the flexible ecosystem management modelling framework FORCYTE-II. Pages 146-151 *in* Stiasny, Z.-Z. ed. Proc. Sixth Cdn. Bioenergy Seminar, Richmond, B.C., Feb. 16-18, 1987.

FORCYTE-II is an ecosystem-level modelling framework rather than a single model. It consists of a series of plant growth models and a soils process model which use empirical input data as the basis for simulating the growth of individual plant species and certain soil processes. The output of these models is combined in an ecosystem management model to examine the yield, economic, energy and soil fertility

consequences of alternative crop management strategies over multiple crop rotations. Implementation of the model on a microcomputer is discussed.

FORCYTE-II est d'abord un système de modélisation au niveau des écosystèmes. Il comporte une série de modèles de la croissance des plantes et un modèle des phénomènes pédologiques utilisant des données empiriques pour simuler la croissance d'espèces individuelles de plantes aussi bien que certains phénomènes pédologiques. Les résultats, combinés en un modèle de gestion des écosystèmes, examinent les conséquences de nouvelles stratégies de gestion des cultures. Il y aura démonstration du modèle à l'aide d'un micro-ordinateur.

Kourtz, P. 1987. Expert system dispatch of forest fire control resources. AI Applications 1:1-8. [432]

An expert system for dispatching waterbombers, helicopters, and crews to forest fires was developed for fire control in southwest Quebec, Canada. The dispatch system is intended for use at a regional forest fire management centre that has a large decision support system already in place. For each newly reported fire, the situation is assessed for its control difficulty and potential damage. Different rule sets are used to accomplish this, depending on the trustworthiness of the report. The situation appraisal relies upon information and models from the decision support system, or upon information in a trusted report.

The program is written in MPROLOG and runs on a Digital VAX computer. It makes frequent calls to FORTRAN-based routines for database queries, fire growth modeling, and screen graphics. Execution time is about 10 CPU seconds, and the total time to determine a specific dispatch is about one minute.

Kourtz, P. 1987. The need for improved forest fire detection. For. Chron. 63:272-277.

During the past 30 years air patrols have replaced lookouts as the main forest fire detection method. A brief history of that change is presented, and motivations for it are discussed. Problems with the present approach to detection include inflexible aircraft contracts, lack of appreciation of the complexity of the daily detection planning process, and lack of a daily fire prediction system. Under conditions of poor visibility human vision cannot detect all-important small fires, with the possible result of significant delays in initial attack. High altitude infrared detection systems offer the only solution to this problem. The concept of detection being a component in the total fire management system is discussed, and a method is described to obtain a proper balance between detection and initial attack activity levels.

Au cours des 30 dernières années, la surveillance aérienne est venue remplacer l'observation à partir de tours comme principal moyen de détection des incendies de forêt. L'auteur présente un bref aperçu de la façon dont s'est fait ce changement et traite des motivations à son origine. L'approche actuelle comporte certains problèmes, notamment le manque de souplesse en ce qui concerne les contrats pour les aéronefs, une appréciation insuffisante de la complexité du processus de planification des activités journalières de détection et l'absence d'un système pour la prévision journalière des incendies. Lorsque la visibilité est mauvaise, l'oeil humain ne peut pas déceler les petits feux tout important, ce qui peut retarder de façon importante la mise en place des activités d'extinction. L'utilisation de systèmes de détection dans l'infrarouge à haute altitude constitue la seule solution à ce problème. L'auteur se penche sur le principe de l'intégration de la détection à un système complet de gestion des incendies, et il décrit une méthode permettant d'atteindre un équilibre approprié entre les activités de détection et d'extinction (attaque initiale).

LaRocque, G. 1986. Régénération dans une forêt feuillue tolérante aménagée selon la coupe sélective. PI-X-50F. 17 p.

Un inventaire de régénération a été effectué dans une forêt feuillue tolérante aménagée selon la coupe sélective. Le but était d'évaluer la régénération et de déterminer si différentes intensités de traitement de coupe sélective (volume résiduel: 140 et 210 m^3/ha; diamètre maximum: 40 et 50 cm; rotation : 5 et 10 ans) ont un impact sur la densité des semis. Les analyses ont montré que les interactions des traitements sont

plus importantes que leurs effets seuls. Il a été trouvé que le plus grand nombre de semis dans le groupe établi peut être obtenu à partir de la combinaison suivante de traitements : volume résiduel de 140 m^3/ha, diamètre maximal de 40 cm et rotation de 5 ans. De plus, la distribution des semis est influencée seulement par le volume résiduel, et les meilleurs pourcentages ont été obtenus avec 140 m^3/ha. La régénération est composée principalement d'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.). Le hêtre (*Fagus grandifolia* Ehrh.), l'érable rouge (*Acer rubrum* L.), et le tilleul (*Tilia americana* L.) ont de bonnes densités, mais moins que l'érable à sucre. Dix autres espèces ont été trouvées, mais en moins grande abondance.

Leckie, D.G. 1986. Advanced technology in the assessment and management of damaged forests. Pages 178-189 *in* Proc. 18th IUFRO World Congress. Division 6. Ljubljana, Yugoslavia, Sept. 1986.

There is a growing need for better management of damaged forests and a consequent demand for better damage assessment information. New remote sensing technologies may aid in acquiring appropriate damage assessment information. The use of Geographic Information Systems for storage, display, and manipulation of damage and other forest data will facilitate the decision-making process. Decision support systems, some using artificial intelligence technology, will increase the capabilities of the forest manager to integrate the many factors and solve the complex problems involved in managing a damaged forest.

Leckie, D.G. 1986. Practical forestry applications of remote sensing in North America: present and future. Pages 51-65 *in* Sohlberg, S.; Sokolov, V. eds. Proc. Seminar Pract. Applic. of Remote Sens. in For. Martinus Nijhoff, Boston.

The forestry requirements, current methodologies, appropriate existing remote sensing techniques, and potential future remote sensing methods in North America are outlined. Three categories of applications are considered: inventory, change data, and special purpose surveys (e.g. insect and disease damage, fuel type mapping, regeneration assessment). In discussing future applications, we must recognize several fundamental trends and technological developments such as the trend towards more intensive forest management, the future widespread use of geographic information systems for forest inventories, technological advancements that permit the efficient registration of airborne scanner data to cartographic coordinates, and the decreasing cost of computer processing power and data storage.

Leckie, D.G. 1987. Factors affecting defoliation assessment using airborne multispectral scanner data. Photogramm. Eng. & Rem. Sens. 53:1665-1674.

Classifications of airborne multispectral scanner data for forest defoliation assessment have generally met with only moderate success. Key factors affecting defoliation assessment (radiometric distortions within the imagery due to atmosphere, sun-object-viewer geometry and topography, small spectral differences between defoliation levels, spectral variability due to stand characteristics, and confusion of defoliation classes with other forest types) are examined with the aid of an example of current spruce budworm defoliation in a mixed fir and spruce forest which also contains cumulative spruce budworm defoliation. Analysis indicates that these factors can seriously affect classification of defoliation levels. For example, for certain spectral bands, radiometric distortion can be an order of magnitude larger than the difference between current spruce budworm defoliation levels; slopes of 5° to 15° can cause differences in multispectral scanner intensities equivalent to the range of intensities for areas of healthy to severe current defoliation, and 5 to 10 percent differences in the hardwood component in mixedwood stands can result in intensity differences equivalent to the differences separating defoliation levels. Confusion of current defoliation classes with mixedwood stands and stands of cumulative defoliation can be particularly severe.

Leckie, D.G.; Kneppeck, I.D. 1987. A trial of oblique imagery from a low cost video camera system for defoliation assessment. Pages 919-926 *in* Proc. 10th Can. Symp. on Remote Sensing. Edmonton, Alberta, May 1986.

Aerial observation surveys from light aircraft or helicopter are the most common technique for mapping and assessing insect and disease damage to the forest. Interpretation of oblique video camera imagery taken in continuous strips during aerial observation may provide a practical method of augmenting aerial observation surveys and increasing their capability for providing more accurate and detailed information when required.

An experiment was conducted to determine if imagery from a low cost video system could provide sufficient defoliation information to be useful under operational conditions. Spruce budworm defoliation, both cumulative defoliation and the red discolouration of current defoliation was used to test the interpretation capabilities of video imagery. Imagery was acquired at three altitudes (90, 180, and 490 meters) above ground level with a hand-held, consumer quality, image tube colour video camera system. Interpretation tests were conducted to quantify the ability to assess defoliation level. The capability to assess current defoliation was very poor. Poor results were also obtained for assessing cumulative defoliation; with a best accuracy of 69 percent for the assessment of two defoliation levels (light and heavy). The information content of the imagery was insufficient for practical use in defoliation assessment.

Les levés aériens par avion léger ou hélicoptère constituent la technique la plus couramment utilisée pour cartographier et évaluer les dommages que causent aux forêts les insectes et les maladies. L'interprétation de l'imagerie oblique recueillie par vidéocamera à défilement au cours d'une mission aérienne pourrait se révéler une méthode pratique d'améliorer les levés aériens et d'accroître leur capacité à fournir des renseignements plus précis et plus détaillés, au besoin.

Une expérience a été réalisée pour déterminer si l'imagerie obtenue au moyen d'une vidéocaméra de faible coût pouvait fournir des renseignements suffisants sur la défoliation et être ainsi utile en situation opérationnelle. La défoliation par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, à la fois la défoliation cumulative et la décoloration en rouge de la défoliation courante, a servi à tester les capacités d'interprétation de l'imagerie vidéo. L'imagerie a été recueillie à trois altitudes différentes (90, 180 et 490 mètres) au-dessus du niveau du sol au moyen d'une modèle à main, qu'on trouve couramment dans le commerce. Les essais d'interprétation visaient à quantifier la capacité d'évaluation du niveau de défoliation. La capacité d'évaluation de la défoliation courante s'est révélée très faible. L'évaluation de la défoliation cumulative n'a pas fourni non plus de bons résultats, la précision n'ayant atteint que 69 % pour l'évaluation de deux niveaux de défoliation (faible et importante). L'imagerie ne contenait pas suffisament de renseignements pour être utile à l'évaluation de la défoliation.

Magnussen, S. 1986. Diameter distributions in *Picea abies* described by the Weibull Model. Scand. J. For. Res. 1:493-502.

The three-parameter Weibull function met specified statistical standards for goodness of fit as a model for the diameter distribution of moderately thinned Norway spruce stands in Denmark. Weibull distributions estimated by percentile estimators fit the majority of 522 observed diameter distributions (material made available by the Danish Forest Experiment Station) at the 10% level of significance in the Chi-square and Kolmogoroff-Smirnow tests. The Weibull distribution was less suited to describe the diameter distribution in unthinned stands and heavily thinned stands. Weibull parameter predictions were developed and used in connection with a Danish yield table for Norway spruce on clay-rich coastal soils. The use of the Weibull distribution to predict stem frequencies in different diameter classes before and after a specified thinning of stands is demonstrated.

Magnussen, S.; Smith, V.G.; Yeatman, C.W. 1986. Foliage and canopy characteristics in relation to above-ground dry matter increment of seven jack pine provenances. Can. J. For. Res. 16:464-470.

This paper reports on foliage and tree size data collected in 1984 in an Ontario *Pinus banksiana* Lamb. (jack pine) provenance trial established in 1954 at the Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ont. The ratio of total needle area to needle dry weight of seven provenances showed a substantial within-tree, between-tree, and between-provenance variation that was associated with position within the tree and the average provenance tree size. Provenance mean values ranged from 11.7 to 14.3 m^2/kg. The highest values were found in the tallest trees. Tree size and dry matter content varied significantly among provenances, but the relative growth rates of stem volume and aboveground biomass between the ages of 29 and 34 years averaged 5.7 and 4.9% per year in all provenances respectively. Aboveground dry matter production per hectare per year increased linearly with increasing projected leaf area index. The average increase was 1.9 t dry matter per 1 m^2 increase in the leaf area index. Projected leaf area indices for optimally stocked stands averaged 5.0 m^2/m^2. The results indicated an almost constant net assimilation rate of 1.9 g aboveground dry matter per square decimetre of projected foliage per year in all provenances. Canopy foliage area was strongly correlated with basal area at 1.3 m and stem cross-sectional area at the base of the live crown. Total foliage area per unit basal area averaged 0.31 m^2/cm^2 at breast height and 0.70 m^2/cm^2 in the live crown. No significant differences were found between provenances.

L'article porte sur les résultats, concernant le feuillage et la grosseur des arbres en 1984, d'un essai auquel ont été soumis des provenances ontariennes de *Pinus banksiana* Lamb., établies en 1954 à l'Institut forestier national de Petawawa, Chalk River (Ont.). Chez sept provenances, le rapport de la superficie totale des aiguilles au poids sec de ces dernières a varié chez le même arbre, entre les arbres et entre les provenances, selon la position dans l'arbre et la grosseur moyenne des arbres de la provenance. La moyenne de chaque provenance se situait entre 11,7 et 14,3 m^2/kg. Les rapports maximaux correspondaient aux arbres les plus grands. La grosseur des arbres et la teneur en matière sèche différaient significativement d'une provenance à l'autre, mais le taux de croissance en volume des tiges et de la biomasse aérienne, entre 29 et 34 ans, se situait en moyenne entre 5,7 et 4,9 % par an, respectivement, chez toutes les provenances. La production annuelle de matière sèche des parties aériennes à l'hectare a crû linéairement en raison directe de l'accroissement de l'indice de superficie foliaire projetée. L'augmentation moyenne était de 1,9 t de matière sèche par mètre carré d'accroissement de l'indice. Dans les peuplements dont le stock sur pied était optimal, l'indice était de 5,0 m^2/m^2 en moyenne. Les résultats montrent que l'assimilation annuelle nette de la matière sèche aérienne était presque constante, soit 1,9 g/dm^2 de feuillage projeté, chez toutes les provenances. La superficie du feuillage du couvert était fortement corrélée à la surface terrière à 1,3 m et à la section de la tige à la base de la couronne vivante. La superficie totale du feuillage par unité de surface terrière était de 0,31 m^2/m^2 à hauteur de poitrine, en moyenne, et de 0,70 m^2/cm^2 dans la couronne vivante. Aucune différence significative n'a été constatée entre les provenances.

Magnussen, S.; Yeatman, C.W. 1986. Accelerated testing of jack pine: a case study. 1986. Pages 107-122 *in* Proc. Conf. on Breeding Theory/Progeny Testing/Seed Orchards. IUFRO North Carolina State Univ. Oct. 13-17, 1986. Williamsburg, Va.

Height growth of 25 open-pollinated jack pine families is analysed in two 12-year-old field trials and in a 4-year-old accelerated nursery trial at narrow spacing. Height correlations among ages within sites were strong except for the first year's results in the nursery. Correlations were not higher in the nursery than in the field. The coefficient of variation at age four was lowest in the nursery. No genotype × location interaction was found in the field trials. All heritability estimates indicated a basis for considerable genetic improvement. Family selection for height growth in the accelerated nursery trial promised to yield up to 2% more genetic gain per year as compared to field selection at age 12. A mixed strategy of accelerated and long term field trials is recommended in order to accommodate the uncertainties associated with early selection.

Magnussen, S.; Yeatman, C.W. 1987. Early testing of jack pine. I. Phenotypic response to spacing. Can. J. For. Res. 17:453-459.

Six-year results of stem and branch size, stem form, and branch angle in four local jack pine seed lots showed the expected changes caused by variations in available growing space. Spacing, age, and their interaction had significant effects on all traits examined. Tree height was the only variable in which seed lot differences were of practical importance. Offspring from a bulked plus-tree seed lot were significantly taller than offspring from average trees. This difference was more pronounced and persistent among dominant trees in the trial. Statistically significant, but practically unimportant, seed lot × spacing interactions were seen in the diameters of stem and branches. More pronounced interactions are expected to exist among, for example, half- and full-sib progenies. Juvenile spacing trials are recommended in forest tree breeding programs as they allow assessment under conditions comparable to those in older trials.

Des résultats obtenus à l'âge de 6 ans sur les dimensions de la tige et des branches, la forme de la tige et l'angle des branches chez quatre lots de semences de pin gris récoltées localement, montrèrent les changements prévus causés par des variations dans l'espace de croissance disponsible. L'espacement, l'âge et leur interaction ont affecté de façon significative toutes les caractéristiques étudiées. La hauteur fut la seule variable pour laquelle les différences entre les lots de semences avaient une importance pratique. Les descendants issus d'un lot de semences formé de plusieurs arbres-plus étaient significativement plus grands que la moyenne. Cette différence était plus prononcée et persistante entre les arbres dominants dans le test. Des interactions lots de semences × espacement furent observées pour le diamètre des tiges et des branches. Quoique statistiquement significatives, elles ne présentent aucune importance pratique. Des interactions plus importantes devraient exister, par exemple, entre les descendances frères et demifrères. Des essais juvéniles avec divers espacements sont recommandés dans les programmes d'amélioration génétique. Ils permettent d'obtenir des informations dans des conditions comparables à celles présentes dans des tests plus âgés.

Magnussen, S.; Yeatman, C.W. 1987. Four-year height growth of 25 jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) families in an accelerated nursery trial. Pages 47-64 *in* Demeritt, M.E. Jr. ed. Proc. 30th NE Forest Tree Improv. Conf., School of Forest Res., U. of Maine, Orono, July 22-24, 1986.

Heights at age one to four years were recorded in a nursery trial with 25 open-pollinated jack pine families.

Narrow sense heritabilities decreased from 0.43 at age one to 0.27 at age four. This decrease is interpreted to be a consequence of increased competition following crown closure at age three. Genetic correlations of recorded tree heights were above 0.9 when first year measurements were excluded. First-year results were poorly correlated to subsequent heights (r_G <0.4). Calculations of genetic gain of tree height at age four showed that expected gain could be increased by either indirect selection at age two or by index selection.

Indices of family ranking and height growth stability over time showed mainly random differentiation among families.

Magnussen, S.; Yeatman, C.W. 1987. Early testing of jack pine. II. Variance and repeatability of stem and branch characters. Can. J. For. Res. 17:460-465.

Results on within-tree repeatability and among-tree variances of branch angle, stem and branch traits at age 6 years are presented from an intensively managed jack pine trial in the Petawawa National Forestry Institute's nursery (Ontario, Canada). Four local seed lots were tested at spacings of 2, 1, and 0.5 m. The expected response to changing growing space was observed in the mean values of all quantitative traits. Seedlot effects were unimportant. A method to estimate a tree's "genetic" value from multiple measurements is presented. The method is based on phenotypic residuals from analysis of covariance

and the within-tree repeatability of a trait. Heteroscedacity of environmental and within-tree variances in the original data was removed in most traits by the procedure applied. Improvement of jack pine timber quality by breeding for wider branch angle is feasible within the four seed lots judged upon a standard deviation of 7% among trees and within-tree repeatabilities between 0.22 and 0.36. Branch length and branch diameter were less promising traits for improvement.

Des résultats sur la reproductibilité des variances intra- et inter-arbres obtenus pour l'angle des branches et les caractéristiques de la tige et des branches, à l'âge de 6 ans, sont présentés suite à des observations effectuées dans un essai de pin gris aménagé de façon intensive dans la pépinière de l'Institut forestier national de Petawawa (Ontario, Canada). Quatre lots de semences, récoltées localement, firent l'objet de tests à des espacements de 2, 1 et 0,5 m. L'effet dû aux variations dans l'espace disponible pour la croissance fut évalué à l'aide des valeurs moyennes de toutes les caractéristiques quantitatives. Les différences entre les lots de semences n'étaient pas importantes. Une méthode qui permet d'estimer la valeur génétique d'un arbre à partir d'observations multiples est présentée. Elle est basée sur les résidus phénotypiques suite à l'analyse de covariance et sur la reproductibilité intra-arbre d'une caractéristique. La méthode permet de soustraire des données originales et ce, pour la plupart des caractéristiques, l'hétérogénéité des variances intra-arbre et celles dues au milieu. L'amélioration de la qualité du bois de sciage du pin gris obtenue en recherchant un angle d'insertion plus grand des branches est réalisable avec les quatre lots de semences montrant une déviation standard de 7 % entre les arbres et des valeurs de reproductibilité entre 0,22 et 0,36. La longueur des branches et leur diamètre ne sont pas des caractéristiques intéressantes pour l'amélioration.

Merchant, H.F.; Williams, J.J. 1986. Effet d'un programme de sensibilisation aux ressources forestières des élèves de sixième année. PI-X-54F. 36 p.

Les auteurs étudient les effets du Programme de sensibilisation aux ressources de Petawawa en ce qu'il a modifié les connaissances et les attitudes des enfants à l'égard des ressources forestières. Ils se sont attachés à préciser l'effet de la participation au programme et aux randonnées sur le terrain, et à évaluer l'efficacité du programme de la sixième année et les réactions des enseignants. L'évaluation a porté sur quatre groupes d'élèves de sixième année. Ils ont subi un test d'évaluation des connaissances et répondu à un questionnaire sur leurs attitudes. Les enseignants ont répondu à un questionnaire et à un sondage d'attitude. Les tests de l'évaluation ont tous été conçus par l'enquêteur.

Mittal, R.K.; Wang, B.S.P. 1986. Emergence failure and top decay in white spruce germinants due to three fungi. Can. Plant Dis. Surv. 66:5-7.

A study of seed-borne fungi and their impact on germination quality and quantity of white spruce seeds revealed that *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Fusarium oxysporum* Schlecht., and *Penicillium variabile* Sopp caused emergence failure and top decay in the germinants. The symptoms produced are described and discussed by species.

Une étude sur les champignons transmis par la semence et leur impact sur la qualité de la germination et la quantité de graines d'épinette blanche a révélé qu'*Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Fusarium oxysporum* Schlecht. et *Penicillium variabile* Sopp causent le manque à la levée et la pourriture du sommet du germe. Les symptômes produits sont décrits et discutés par espèces.

Mittal, R.K.; Singh, Pritam; Wang, B.S.P. 1987. *Botrytis*: a hazard to reforestation. Eur. J. For. Path. 17: 369-384.

This article contains a review of most of the literature on Botrytis in relation to forests. It discusses various types of damage caused by different species of *Botrytis* to trees, tree seedlings, and seeds; examines the epidemiology of the diseases caused; and explores the possibilities of preventing and controlling the diseases and reducing losses.

Mittal, R.K.; Wang, B.S.P. 1987. Fungi associated with seeds of eastern white pine and white spruce during cone processing and seed extraction. Can. J. For. Res. 17:1026-1034.

Using standard moist-blotter and potato-dextrose-agar tests, 13 species of fungi were isolated from seeds and cone scales of *Pinus strobus* and 17 species from *Picea glauca*. Most fungi were common to both hosts but varied considerably in prevalence on seeds during cone processing and seed extraction. *Alternaria alternata, Aureobasidium pullulans, Cladosporium cladosporoides, C. herbarum, Fusarium sporotrichioides, Mucor hiemalis, Penicillium aurantiogriseum,* and *Rhizopus nigricans* were associated with more seeds than other species identified. In closed cones on trees the seeds were usually free from fungi that developed and spread during cone processing and seed extraction. Seeds extracted from cones that were kept on the forest floor showed more fungal contamination than those brought to the laboratory immediately after collection. Seed moisture content gradually decreased, while germination increased between cone collection and final seed conditioning.

Les auteurs ont isolé 13 espèces de champignons à partir des graines et des écailles de cône chez le pin blanc (*Pinus strobus*) et 17 espèces chez l'épinette blanche (*Picea glauca*) en utilisant les méthodes standard sur tampons humides et sur gélose additionnée de fécule de pomme de terre et de dextrose. La plupart des champignons étaient communs aux deux hôtes, mais variaient considérablement par le degré de prévalence sur les graines pendant le traitement des cônes et l'extraction des graines. *Alternaria alternata, Aureobasidium pullulans, Cladosporium cladosporoides, C. herbarum, Fusarium sporotrichioides, Mucor hiemalis, Penicillium aurantiogriseum* et *Rhizopus nigricans* se trouvaient associés avec un plus grand nombre de graines que les autres espèces identifiées. Les graines se trouvant à l'intérieur des cônes fermés sur les arbres étaient exemptes de champignons, qui se sont développés et se sont répandus pendant le traitement des cônes et l'extraction des graines. Les graines extraites des cônes restés sur le sol de la forêt présentaient un niveau de contamination plus élevé que celles apportées au laboratoire immédiatement après la cueillette. La teneur en humidité des graines a diminué graduellement, tandis que le taux de germination augmentait entre la cueillette des cônes et le conditionnement final des graines.

Mittal, R.K.; Wang, B.S.P.; Harmsworth, D. 1987. Effects of extended prechilling on laboratory germination and fungal infection in seeds of white spruce and eastern white pine. Tree Planters' Notes 38:6-9.

Prechilling treatments of up to 15 weeks did not show any detrimental effect on laboratory germination of *Picea glauca* (Moench) Voss and *Pinus strobus* L. seed. Infection was generally greater on germinants of treated seed than on those of untreated seed, but fungal infection of germinants did not increase with the duration of prechilling treatment. Differences in infection between treated and untreated seed could be due to the spread of infection among seed during the moist prechilling period.

Monty, J. 1987. What do cells have to do with forest resource statistics? For. Chron. 63:20-22.

The availability of reliable, location-specific national resource statistics is of growing importance to strategic planners and policy makers. This paper describes the formation and use of "grid cells" for geo-referencing summarized forest inventory data used to produce location-specific national forestry statistics.

De plus en plus les planificateurs et les décideurs ont besoin de statistiques fiables et géographiquement détaillées sur les ressources nationales. L'auteur du présent rapport examine la formation et l'utilisation des «quadrilatères» pour la présentation des données des inventaires forestiers et la production de statistiques forestières nationales géographiquement détaillées.

Mroske, B.E.; Kourtz, P.H. 1986. Transmission de données forestières par radio à ultra-haute fréquence. PI-X-63F. 23 p.

Les organismes canadiens qui s'occupent de la gestion des incendies de forêt emploient des systèmes automatisés de collecte qui recueillent des données dans les endroits éloignés et les transmettent à des centres de façon continue ou quasi-continue. Ces systèmes exigent des services spécialisés de communication des données, et leur utilité peut être considérablement réduite s'il n'existe pas de services pour les stations de collecte prioritaires.

Une étude a été effectuée dans le but de savoir s'il était possible de transmettre continuellement par radio UHF, à longue et à moyenne distances, des données recueillies dans les régions éloignées. Un système de communication des données par radio UHF a été mis au point et à l'essai. Le but visé consistait à transmettre continuellement, sur une distance de 90 kilomètres, des données sur la foudre. Le rendement du système a été contrôlé et comparé à celui d'un système parallèle de communications par voie terrestre.

Les premiers résultats indiquent que, pour une période de temps limitée, les données peuvent être transmises continuellement de façon économique et fiable, grâce au système de communication par radio UHF décrit. Si le système s'avère fiable à long terme, il sera possible de l'utiliser pour la communication des données, compte tenu des principaux facteurs suivants : la rentabilité des applications spéciales, la capacité de soutien et la disponibilité de radio-fréquences.

Mroske, B.E.; Kourtz, P.H. 1986. UHF radio transmission of forestry data. PI-X-63. 21 p.

Canadian forest fire management agencies use automated data collection systems that collect and transmit data from remote locations to central sites on a continuous or near-continuous basis. These systems require dedicated data communication services. The absence of data communication services for preferred data collection sites can severely limit the usefulness of these systems.

A study was conducted to determine the feasibility of using UHF radio for continuous medium and long distance data transmission from remote areas. A UHF radio data link was configured and implemented. The system was designed to transmit lightning information continuously over a distance of 90 kilometers. The performance of the radio link was monitored and compared to a parallel land line.

Initial results indicate that, for a limited time period, data can be economically and reliably transmitted on a continuous basis by the UHF radio link described in this paper. If the system exhibits long term reliability it will be a feasible data communication alternative. The economics of particular applications, support capability, and radio frequency availability are the major factors that will determine the feasibility of transmitting data by radio.

Murray, G.; Cheliak, W.M. 1986. Genetics of white spruce, larches, and hardwoods, Petawawa 1983-1985. Pages 136-138 *in* Yeatman, C.W.; Boyle, T.J.B. eds. Proc. 20th Meeting Can. Tree Improv. Assoc., Part 1, Québec City.

The work of the past two years represents, essentially, a continuation of studies referred to in previous reports from Petawawa National Forestry Institute (PNFI). The range-wide provenance test of tamarack (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) is now in the field establishment phase, following almost 10 years of effort to assemble a representative seed collection. Field planting of the range-wide provenance tests of white spruce (*Picea glauca* [Moench] Voss) has been completed, and measurements of early growth have been collected in many tests. Publication of results of older field tests of white spruce and larch has a high priority as it is recognized that the information is needed to guide those planning operational tree improvement programs and to provide direction for future research activities.

Murray, W.G. 1986. Air tanker and helitanker use in Canada 1978-1984. PI-X-68. 18 p.

An analysis of the use of air tankers and helitankers in forest fire suppression by Canadian agencies was carried out for 1978-1984.

The statistics provide an overview of their use on a national scale and on an east (Manitoba and east) versus west (Saskatchewan and west) basis, a comparison of skimmer operations versus landbased operations, and the trends in helitanker use. One pronounced observation was that skimmer air tankers consistantly delivered a greater volume of litres per hour than any other delivery system.

Murray, W.G. 1987. Emploi de bombardiers à eau et d'hélicoptères-citernes au Canada de 1978 à 1984. PI-X-68F. 20 p.

Ce document analyse l'emploi d'avions-citernes et d'hélicoptères-citernes par des organismes canadiens dans la lutte contre les incendies de forêt, de 1978 à 1984.

Les statistiques donnent un aperçu de l'utilisation de ces aéronefs à l'échelle nationale, avec des comparaisons entre l'Est (à l'est de la frontière Saskatchewan-Manitoba) et l'Ouest (à l'ouest de cette frontière), et une analyse comparative des résultats obtenus à l'aide d'hydravions, d'une part, et d'avions terrestres, d'autre part. Elles révèlent aussi les tendances de l'utilisation des hélicoptères-citernes. Une importante constante se dégage de l'analyse : la capacité des hydravions (en litres déversés à l'heure) est supérieure à celle de tous les autres appareils utilisés.

Newnham, R.M. 1987. FIRFOR - A simple forest management model. PI-X-72. 94 p.

FIRFOR is a forest management simulation model that is envisioned to be part of a comprehensive decision support system to aid forest managers in seeking the best solutions to everyday problems. Although in its early stages of development, FIRFOR can provide valuable insight into the long-term effects on yield of forest fire under a number of different management strategies. The area burnt each year may be constant or, more realistically, can be drawn at random from a known Weibull distribution whose parameters are set by the user. Forest management options are confined to the method of selecting stands for harvesting. These include selecting according to stand age, stand volume, or rate of growth. The annual harvest may be controlled by area (with a volume check) or by volume (with an area check). A proportion of the wood that is burnt in any year may be salvaged during the subsequent 1 - 4 years. At present the forest may consist of only one forest type (with 1 - 3 site classes). It is expected that the model will be refined so that several forest types may be considered, the basic data for each of which would be compiled from the geographic information system for a forest management unit.

FIRFOR est un modèle de simulation de l'aménagement forestier, conçu pour faire partie d'un vaste système d'aide à la décision destiné à faciliter aux gestionnaires forestiers la recherche des meilleures solutions aux problèmes habituels. Même s'il est à ses premiers stades de développement, FIRFOR peut donner un aperçu utile des effets à long terme de nombreuses stratégies d'aménagement sur le rendement forestier, suite à un incendie. On peut supposer que les superficies incendiées chaque année sont constantes ou, de façon plus réaliste, qu'elles sont aléatoires et les établir à partir d'une distribution connue de Weibull dont les paramètres sont fixés par l'utilisateur. Les options d'aménagement forestier sont limitées à la méthode de détermination des peuplements où se fera la récolte. Les possibilités comprennent le choix des peuplements en fonction de leur âge, de leur volume ou de leur vitesse de croissance. La récolte annuelle peut être déterminée en superficie (avec vérification du volume) ou en volume (avec vérification de la superficie). Une proportion du bois qui est brûlé en une année peut être récupérée de un à quatre ans après. Actuellement, la forêt considérée ne peut être constituée que d'un type de peuplement (avec un à trois classes de site). Il est prévu que le modèle sera perfectionné de façon à permettre de considérer plusieurs types de peuplements, les données de base pour chacun seraient extraites du système d'information géographique pour une unité d'aménagement forestier.

Newnham, R.A. 1987. FIRFOR - un modèle simple pour l'aménagement forestier. PI-X-72F. 89 p.

FIRFOR est un modèle de simulation de l'aménagement forestier, conçu pour faire partie d'un vaste système d'aide à la décision destiné à faciliter aux gestionnaires forestiers la recherche des meilleures solutions aux problèmes habituels. Même s'il est à ses premiers stades de développement, FIRFOR peut donner un aperçu utile des effets à long terme de nombreuses stratégies d'aménagement sur le rendement forestier, suite à un incendie. On peut supposer que les superficies incendiées chaque année sont constantes ou, de façon plus réaliste, qu'elles sont aléatoires et les établir à partir d'une distribution connue de Weibull dont les paramètres sont fixés par l'utilisateur. Les options d'aménagement forestier sont limitées à la méthode de détermination des peuplements où se fera la récolte. Les possibilités comprennent le choix des peuplements en fonction de leur âge, de leur volume ou de leur vitesse de croissance. La récolte annuelle peut être déterminée en superficie (avec vérification du volume) ou en volume (avec vérification de la superficie). Une proportion du bois qui est brûlé en une année peut être récupérée de un à quatre ans après. Actuellement, la forêt considérée ne peut être constituée que d'un type de peuplement (avec un à trois classes de site). Il est prévu que le modèle sera perfectionné de façon à permettre de considérer plusieurs types de peuplements, les données de base pour chacun seraient extraites du système d'information géographique pour une unité d'aménagement forestier.

FIRFOR is a forest management simulation model that is envisioned to be part of a comprehensive decision support system to aid forest managers in seeking the best solutions to everyday problems. Although in its early stages of development, FIRFOR can provide valuable insight into the long-term effects on yield of forest fire under a number of different management strategies. The area burnt each year may be constant or, more realistically, can be drawn at random from a known Weibull distribution whose parameters are set by the user. Forest management options are confined to the method of selecting stands for harvesting. These include selecting according to stand age, stand volume, or rate of growth. The annual harvest may be controlled by area (with a volume check) or by volume (with an area check). A proportion of the wood that is burnt in any year may be salvaged during the subsequent 1 - 4 years. At present the forest may consist of only one forest type (with 1 - 3 site classes). It is expected that the model will be refined so that several forest types may be considered, the basic data for each of which would be compiled from the geographic information system for a forest management unit.

Nietmann, K. 1987. Catalogue of Canadian forest inventory publications and manuals/Catalogue des manuels et publications de l'inventaire des forêts du Canada. PI-X-76E/F. 24 p.

Owens, J.N.; Blake, M.D. 1986. Production de semences forestières. PI-X-53F. 216 p.

Cette revue décrit les processus de reproduction chez les conifères et feuillus d'importance économique dans la zone tempérée de l'hémisphère nord. Tous ceux qui s'intéressent à la production de semences y trouveront l'information essentielle de base. Les sujets, traités dans un cadre de développement, sont : (1) la variation des cycles reproductifs; (2) les temps et patrons de l'initiation florale; (3) les facteurs du milieu influençant l'initiation florale; (4) l'induction et l'accroissement floraux; (5) le pollen et la pollinisation; (6) le développement et la fertilisation des gamétophytes; (7) le développement des semences. L'examen de la physiologie et de l'écologie de ces processus s'accompagne, lorsque possible, d'une discussion des techniques culturales et physiologiques ainsi que des modes d'aménagement qui se sont révélés capables d'influencer la production de semences. Chaque chapitre se termine par un résumé suivi des recommandations sur la recherche à faire.

Péch, Gy. 1986. Mobile sampling of solar radiation under conifers. Agric. For. Meteorol. 37:15-28.

Estimates of transmitted global radiation beneath a red pine canopy were made on seven consecutive clear days in August and on one day in October, using three mobile and three stationary pyranometers above the forest floor and one that was placed above the canopy. The mobile sensors were moved back and forth continuously at a speed of 4 m min-1 on 20 m a long north-south oriented tracks, and the signals from the seven sensors were integrated continuously and summed by independent integrators each day from dawn to dusk. The results demonstrate the reproducibility of mobile transmission records and indicate that mobile sampling of transmitted global radiation is more sample-efficient and gives a more reliable estimate of radiation within a forest, than the use of stationary sensors.

Péch, Gy. 1987. Moisture code and fire spread index for reindeer lichen. Pages 80-82 *in* Preprint Vol. Proc. Ninth Conf. Fire and For. Meteorol., April 21-24, 1987, San Diego, CA. Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.

The calculation scheme presented in this paper was derived from the FFMC of the Canadian Forest Fire Weather Index system. It allows for the effect of sun and the aerated structure of fuel by using a faster rate of sorption, lowering the equilibrium moisture content curve, and introducing a wetting function.

Périnet, P.; Tremblay, F.M. 1987. Commercial micropropagation of five *Alnus* species. New Forests 3:225-230.

Clonal micropropagation was demonstrated as feasible on a commercial basis for several clones of five *Alnus* species. Approximately 60 000 ready-to-root individual shoots were multiplied *in vitro* on modified MS medium supplemented with 2.5–5 µM BAP. A total of 15 500 shoots from different clones were rooted *in vitro* on half strength MS medium including 1–5 µM IBA. They were transferred under mist conditions within a growth chamber illuminated with high pressure sodium lamps. Those conditions gave 99-100% plantlet survival after four weeks. Plantlets were then inoculated with selected *Frankia* sp. strains. These nodulated alder plants are under field evaluation at the Petawawa National Forestry Institute, Canadian Forestry Service in Chalk River, Ontario.

Species and clones used were: *A. glutinosa*, clones AG-1, AG-2 (Périnet and Lalonde, 1983), AG-3, AG-4, and AG-8; *A. incana* clones AI-1 and AI-2; *A. japonica*, clones AJ-6 and AJ-7; *A. rubra*, clones ARb-8 and ARb-10; and. *A. crispa*, clones AC-15 (Tremblay and Lalonde, 1984) and AC-4 (non-nodulating) (Tremblay et al. 1984).

Pitel, J.A.; Cheliak, W.M. 1986. Effectiveness of protective agents for increasing activity of five enzymes from vegetative tissues of white spruce. Can. J. Bot. 64:39-44.

Optimal conditions of pH and substrate concentration for five enzymes from crude extracts of needle and bud tissue of a white spruce (*Picea glauca* [Moench] Voss) tree were first investigated, and then used for subsequent experiments. With increasing age of the needles on the tree, activity of peroxidase increased, while that of 6-phosphogluconic acid dehydrogenase and ferredoxin-NADP+ reductase decreased. Polyethylene glycol increased enzyme activity from needle tissue. For isocitrate dehydrogenase and glucose-6-phosphate dehydrogenase, 2% polyethylene glycol was most effective, while for 6-phosphogluconic acid dehydrogenase, 4% was best. Enzyme activity also varied considerably with the pH of the extraction buffer. Extraction of needle and bark tissues with various combination buffers referred to in the literature clearly indicated that no one extraction buffer was optimal for all five enzymes of this study. Unlike that of needle and bark tissues, enzyme activity of bud tissues was high even in the absence of any protective agent. The effect on enzyme activity of storage of the bud extracts for 10 days at 4°C varied with the enzyme.

Les conditions optimales de pH et de la concentration du substrat pour cinq enzymes provenant d'extraits bruts de tissus d'aiguilles et de bourgeons de l'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss) ont d'abord été étudiées, puis utilisées dans les expériences subséquentes. Avec l'augmentation de l'âge des aiguilles, il y a augmentation de l'activité de la peroxydase et une diminution de celle de l'acide 6-phosphogluconique déshydrogénase et de la ferrédoxine-NADP+ réductase. Le polyéthylène glycol a augmenté l'activité enzymatique des tissus d'aiguilles d'épinette. Pour l'isocitrate déshydrogénase et la glucose-6-phosphate déshydrogénase, le polyéthylène glycol à 2 % fut le plus efficace, alors que pour l'acide 6-phosphogluconique déshydrogénase, l'efficacité était plus grande à 4 %. L'activité enzymatique a aussi variée considérablement avec le pH du tampon d'extraction. L'extraction des tissus d'aiguilles et d'écorce, avec diverses combinaisons de tampons citées dans la littérature, a clairement montré qu'aucun tampon n'était optimal pour les cinq enzymes de la présente étude. Contrairement aux tissus d'aiguilles et d'écorce, l'activité enzymatique des tissus de bourgeons était élevée même en l'absence de tout agent protecteur. L'effet de l'entreposage des extraits de bourgeons, durant 10 jours à 4oC, sur l'activité enzymatique a varié avec l'enzyme.

Pitel, J.A.; Cheliak, W.M. 1986. Enzyme activities during imbibition and germination of seeds of tamarack (*Larix laricina*). Physiol. Plant. 67:562-569.

Activities of six enzymes from extracts of separated embryos and gametophytes of tamarack (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) seeds were assayed at various stages of imbibition and germination. On a per seed part basis, activities of 6-phosphogluconate dehydrogenase (6-PGD, EC 1.1.1.44), glucose-6-phosphate dehydrogenase (G-6-PD, EC 1.1.1.49), malate dehydrogenase (NAD^+-MDH, EC 1.1.1.37), isocitrate dehydrogenase ($NADP^+$-IDH, EC 1.1.1.42), soluble peroxidase (PER, EC 1.11.1.7), and acid phosphatase (ACP, EC 3.1.3.2) from both the embryo and gametophyte tissues generally increased slowly, following cold stratification for 30 days and imbibition under germinating conditions for 5 days, but then increased at a faster rate with emergence of the radicle and subsequent growth of the seedling. The rate of increase of enzyme activity was highest for PER. Soluble protein levels also increased with imbibition and germination, with about 3 times greater levels present in the gametophyte than in the embryo. Heat inactivation experiments showed that, except for G-6-PD, activities were stable up to 40°C. Inactivation occurred at lower temperatures for G-6-PD, while higher temperatures were required for PER. Incubation of extracts for 7 days at 4°C indicated that loss of enzyme activity was greatest for G-6-PD (3.9% remaining) and least for PER and ACP (94 and 95% remaining, respectively).

Pitel, J.A.; Cheliak, W.M.; Barrett, J. 1987. Inheritance of allozymes in a black spruce diallel cross. Silvae Genet. 36:149-153.

Methods developed in our laboratory for extracting and characterizing electrophoretic variants of enzymes from needle tissues were used in this study for the analysis of the genetic control of allozyme variants of a 7 × 7 black spruce diallel cross. From this controlled mating scheme 1066 progeny were analyzed. Of the 16 enzymes tested, seven (AAT, ACO, GDH, LAP, MDH, PGM, and SDH) produced phenotypes that were variable and had banding patterns that possessed good activity and high resolution. For one of these enzymes (AAT), two variable loci were present.

Power, J.M. 1986. FIDSINFOBASE: The Forest Insect and Disease Survey information system. PI-X-65. 30 p.

A system was developed by the Forest Insect and Disease Survey (FIDS) Technology Development Project at the Petawawa National Forestry Institute (PNFI) to process FIDS sampling form data and, eventually, to process the many other types of data available to FIDS. The system, FIDSINFOBASE, was designed and programmed using the INGRES relational database management system. Various types of forms data entry, modification, analysis, querying, and reporting are available to each of the six regional FIDS units across Canada, to FIDS headquarters, and FIDS-PNFI operations. There is access to a Digital

Equipment Corp. VAX computer, on which the system resides, from remote terminals connected through the Canadian Forestry Service regional computer communications networks. Further access is planned via remote microcomputers. The core of this national survey data, both historical and current, is now available in a readily accessible and processable form. The formation of this database is seen as the cornerstone of further developments in the adding of supporting data from other sources, integration with statistical analysis, geographic information and expert systems, and modeling and forecasting. These developments will assist FIDS professional and technical staff in making judicious forest pest management decisions.

Power, J.M. 1987. FIDSINFOBASE - Système d'information sur le relevé des insectes et des maladies des arbres. PI-X-65F. 34 p.

Dans le cadre du projet de développement technologique du Relevé des insectes et des maladies des arbres (RIMA), l'Institut forestier national de Petawawa (IFNP) a mis au point un système permettant de traiter les données des formulaires d'échantillonnage et, éventuellement, beaucoup d'autres types de données auxquelles le RIMA pourra avoir accès. Ce système, appelé FIDSINFOBASE, a été conçu et programmé à l'aide du système de gestion de bases de données relationnelles INGRES. Divers types de saisie, de modification, d'analyse, de consultation et de présentation des données des formulaires peuvent être utilisés par chacune des six sous-sections régionales du RIMA au pays, par l'administration centrale du RIMA ainsi que par le service RIMA de l'IFNP. Grâce à des terminaux régionaux, il est possible d'avoir accès au système, qui réside dans un ordinateur VAX de la Digital Equipment Corp., en passant par les réseaux régionaux de télécommunications du Service canadien des forêts. Un accès plus extensif est prévu grâce aux micro-ordinateurs régionaux. Les plus importantes données actuelles et historiques sur le relevé national sont maintenant disponibles sous une forme facilement accessible et traitable. La création de cette base de données est considérée comme le point de départ de nouveaux progrès, notamment l'addition de données utiles provenant d'autres sources, l'intégration à l'analyse statistique, à l'information géographique et aux systèmes experts, ainsi que la modélisation et la prévision. Ces améliorations aideront le personnel technique et professionel du RIMA à prendre des décisions judicieuses en ce qui concerne la répression des ravageurs forestiers.

Power, J.M.; Williams, D.H. 1987. A national Geographic Information System for the Forest Insect and Disease Survey - requirements and selection. PI-X-75. 14 p.

Geographic Information Systems can be used by the national Forest Insect and Disease Survey (FIDS) to automate infestation map production and to analyze the spatial qualities of insect and disease interaction with the forest. The identification of requirements for spatial data handling resulted in the selection of microcomputer-based Geographic Information Systems for distribution to FIDS regional units.

Ramsey, G.S.; Higgins, D.G. 1986. Canadian forest fire statistics/Statistiques sur les incendies de forêt au Canada 1981, 1982, 1983. PI-X-49E/F. 148 p.

The tables presented here contain forest fire statistics for the calendar years 1981, 1982, and 1983 as reported by all Canadian forest fire control agencies. The statistical data are presented separately for each province or other major jurisdiction, and for Canada as a whole. Where possible, a comparable average value for the previous 10 years is listed beside each annual statistic.

Les tableaux présentés ci-après contiennent les statistiques relatives aux feux de forêt pour l'année civile 1981, 1982 et 1983 d'après le contenu des rapports publiés par l'ensemble des organismes canadiens de lutte contre les incendies de forêt. Les données statistiques correspondant à chaque province ou à toute autre division administrative de premier plan sont présentées séparément, de même que les statistiques relatives à l'ensemble du Canada. À côté de chaque valeur correspondent, dans la mesure du possible, la valeur moyenne correspondant aux dix années précédentes.

Schoen, D.J.; Cheliak, W.M. 1987. Genetics of the polycross 2. Male fertility variation in Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. Theor. Appl. Genet. 74:554-559.

Seeds from polycrosses with Norway spruce, in which the same sixteen male parents were crossed to a number of female parents in each of two years, were analysed electrophoretically to detect departures from male gamete frequencies expected assuming equal male fertilities, and to detect heterogeneity among female parents in male gamete frequencies in seeds. The data were also used to estimate the fertilities of the polycross trees used as male parents. Significant departures from male gamete frequencies expected assuming equal male fertilities were found in the seed pooled from all crosses. Male fertilities estimated from male gamete frequencies in seed from all crosses also departed significantly from expectation. The results are discussed with respect to assumptions made when estimating general combining abilities and expected response to selection in polycrosses.

Schooley, H.O.; Winston, D.A.; Macnaughton, R.L.; Anderson, M.L. 1986. Frost killing of red pine female flowers. For. Chron. 62:140-142.

Cone production between 1979 and 1984 in a *Pinus resinosa* seed production area is described. Crop failures occurred as a result of frost killing female flowers. The area is particularly vulnerable to frost damage because it is located in a man-made frost pocket.

La production des cônes entre 1979 et 1984 est décrite pour une zone de production de semences de *Pinus resinosa*. Une pénurie de récoltes a résulté du gel qui avait tué les fleurs femelles. La zone est particulièrement vulnérable aux gelures, car elle occupe une poche anthropique de gelée.

Stechishen, E. 1986. Dromader M-18 load transposition. PI-X-64. 9 p.

Dromader M-18 air tanker drop tests were carried out to determine fluid discharge characteristics of unthickened and Poly-Trol 200-thickened water. This was accomplished by using coloured tracer balls to identify the bottom and top of the load. The distribution of coloured balls at ground level was compared with contour drop distributions. Deductions concerning changes in the distribution of viscous and non-viscous fluids were based on the rheological properties of unthickened and thickened water.

Stechishen, E. 1986. Transposition du chargement du Dromader M-18. PI-X-64F. 10 p.

Des essais de largage ont été effectués à l'aide d'un avion-citerne Dromader M-18 pour déterminer les caractéristiques de dispersion de l'eau épaissie ou non avec du Poly-Trol 200. Des billes de couleur ont été utilisées pour identifier le dessus et le dessous du chargement. La distribution des billes au sol a été comparée aux lignes de contour de la distribution du chargement. Les déductions concernant les changements dans la distribution des fluides visqueux et non visqueux ont été fondées sur les propriétés rhéologiques de l'eau épaissie et non épaissie.

Stiell, W.M. 1986. Croissance du mélèze laricin planté à six espacements en terrain élevé au cours des quinze premières années. PI-X-62F. 22 p.

Sont présentés des détails sur le développement du mélèze laricin (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) en terrain élevé, à six espacements (de 1,25 sur 1,25 m à 4,25 sur 4,25 m), au cours des 15 premières années suivant la plantation. Les données ont été obtenues dans des placettes d'échantillonnage permanentes pour chacun des espacements où on a mesuré le diamètre à hauteur de poitrine (dhp), la hauteur, l'étendue de la cime et le défilement. Des comparaisons de la croissance d'arbres individuels aux divers espacements ont été effectuées pour un sous-échantillon représentant la classe modale de dhp au moment du premier contrôle (neuf ans après la plantation). Les chiffres pour le développement par hectare ont été obtenus à partir des tableaux d'inventaire produits pour les placettes. L'influence de l'espacement a été

déterminée par régression pas à pas. L'influence combinée de la hauteur et de l'espacement sur divers paramètres a été mise en évidence.

Stiell, W.M. 1986. Development of white spruce plantations at the Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario. Pages 15-20 *in* Murray M. ed. The Yield Advantage of Artificial Regeneration at High Latitudes. USDA Forest Serv., Pacific N.W. Res. Stn., Gen. Tech. Rep. PNW-194.

Growth and yield characteristics are reported for white spruce plantations established 1922 to 1940, mostly on old field sites. Main research was in thinning and the development of yield tables for unmanaged stands, based on site index and initial planted spacing. A widespread root rot, *Polyporus tomentosus* has caused significant mortality in some plantations.

Stiell, W.M. 1986. Fifteen-year growth of tamarack planted at six spacings on an upland site. PI-X-62. 22 p.

Development of tamarack (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) established at six spacings, from 1.25 × 1.25 m to 4.25 × 4.25 m, on an upland site, is reported to age 15 years from planting. Data were collected by remeasurement of permanent sample plots located in each spacing, which included observations of dbh, height, crown size, and stem taper. Comparisons between spacings from individual tree growth were made for a subsample representing the modal dbh class present at the time of the first measurement (nine years from planting). Per hectare development was obtained from stand tables compiled for the individual plots. Relations of stand values to spacing were determined by stepwise regression. The combined effect of height and spacing on various parameters was demonstrated.

Stiell, W.M.; Berry, A.B. 1986. Productivity of short-rotation aspen stands. For. Chron. 62:10-15.

A study of aspen sucker stands subjected to repeated harvesting at the Petawawa National Forestry Institute compared biomass production at rotations of 1, 2, 3, 5, 8, 13, and 20 years. The shortest rotation at which sucker production can be physiologically sustained is unlikely to be less than 10 years. Biomass mean annual increment appeared to culminate at about 15 years. Declining yields at the shorter rotations were thought due mainly to starvation of rootstocks by the frequent removal of the photosynthesizing tops on which they depend for nourishment. High incidence of *Armillaria* infection in stump roots probably contributed to the diminished quantity and size of suckers and may prove to be a serious factor in short-rotation systems for aspen. On the basis of foliar analysis there was no evidence of nutrient deficiency at any rotation.

À l'Institut forestier national de Petawawa, on a comparé la production de biomasse de drageons dans des peupleraies soumises à des récoltes répétées aux âges d'exploitabilité de 1, 2, 3, 5, 8, 13 et 20 ans. La révolution la plus courte qui se prête physiologiquement à un rapport soutenu des drageons ne peut probablement pas être inférieure à 10 ans. L'accroissement annuel moyen de la biomasse semble culminer vers 15 ans. La diminution du rendement aux périodes de révolution courtes semble due surtout au dépérissement des racines à drageons, consécutif à la coupe des parties supérieures qui, grâce à la photosynthèse, contribuent à nourrir les drageons. La forte incidence de l'infection des racines des souches par *Armillaria* a été considérée comme un facteur de la réduction du nombre et de la masse des drageons; cette infection pourrait se révéler un facteur rédhibitoire de la populiculture à révolution courte. L'analyse foliaire n'a relié de carence nutritive à aucune période de révolution.

Stocks, B.J.; Flannigan, M.D. 1987. Analysis of the behaviour and associated weather for a 1986 northwestern Ontario wildfire: Red Lake #7. Pages 94-100 *in* Preprint Vol. Proc. Ninth Conf. Fire and For. Meteorol., April 21-24, San Diego, CA. Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.

A classic large boreal forest fire is analyzed.

Todd, B.; Denglin, Cai; Leckie, D.G. 1987. Production of enhanced Landsat imagery for forest fire fuel type mapping of northeastern China. Pages 225-237 *in* Proc. Beijing Intl. Symp. Remote Sens., Beijing, China, November 18-22, 1986.

This paper describes the production of forest fire fuel maps for the Jiagedaqi forest region in northeastern China. The information contained in these fuel maps will provide decision-making aids for fire control personnel. The fuel type maps, in the form of photographic images, were generated from the principal component enhancements of Landsat multispectral scanner data. For 12 winter scenes, standard operational procedures were developed to generate principal components and for the subsequent special mapping of these components into visual color space. Colour consistency was obtained across all Landsat frames. The enhancements were then recorded on 70 mm transparencies, photographically enlarged to colour prints, and mosaiced for the complete region.

Tremblay, F.M.; Périnet, P.; Lalonde, M. 1986. Tissue culture of *Alnus* spp. with regard to symbioses. Pages 87-100 (Chapter VI) *in* Bajaj, Y.P.S. ed. Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 1: Trees I. Springer-Verlag, Berlin.

The review covers the micropropagation and cell and tissue culture of alders. Utilization of micropropagated alder plantlets is also discussed, especially as pertains to their actinorhizal and mycorrhizal symbioses.

Van Wagner, C.E. 1986. Catastrophic losses -- strategies for recovery. Pages 85-97 *in* Proc. 1986 West. For. Conf., Vancouver, B.C. Dec. 1986. West. For. and Conserv. Assoc. Portland, Ore.

This paper deals with the effect of fire on timber supply, especially the effect of great annual fluctuations in burned area. It uses a simple simulation model to compare constant annual fire with cases of moderate and extreme variation from year to year. Some conclusions were: 1) Strict rotation control would be impractical in forests with appreciable variable annual fire. 2) Average annual yield even under simple strict area control is very stable over a wide range of proportional variability in the annual burned area. 3) Variation in annual harvest under any reasonable strategy is highly damped in comparison with the variation in annual burned area that causes it.

Van Wagner, C.E. 1987. A moisture content model for medium-sized logging slash. Pages 34-40 *in* Preprint Vol., Ninth Conf. on Fire and Forest Meteorol., April 21-24, 1987. Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.

A model is described that follows from day to day the moisture content of 4-cm components of slash on clear-cuts of jack pine and black spruce. It consists of two phases, one for drying and one for wetting. The drying phase is based on the negative-exponential principle, with daily drying rate dependent to some extent on temperature, humidity, and wind speed, but mainly on the initial moisture content; this latter is a novel feature. The wetting phase is dependent on rainfall amount and initial moisture content. The model operates on the standard noon weather observations of the Canadian Forest Fire Danger Rating System. It is based on a 95-day data set of exposures in northeastern Ontario, in which slash pieces set in trays were weighed daily. The model incorporates routines for varying slash age from first to third summer, and diameter from 2 to 10 cm.

Van Wagner, C.E. 1987. Forest fire research -- hindsight and foresight. Pages 115-120 *in* Davis, J.B.; Martin, R.E. eds. Proc. Symp. "Wildland Fire 2000" South Lake Tahoe, CA. April 27-30, 1987, USDA Forest Serv. Tech. Rep. PSW-101. Pacific SW For. and Range Exp. Sta., Berkeley, Cal.

The evolution of forest fire research in Canada is first examined through the works of Wright and Beall at the Petawawa National Forestry Institute in Ontario. Some lessons are then drawn from the past that ought to bear on the future. Opinions are delivered on the future course of research in fire danger rating, prescribed fire, and the impacts of fire on the forest economy.

Wang, B.S.P. 1986. Cone collection and seed processing. Page 254 *in* Yeatman, C.W.; Boyle, T.J.B. eds. Proc. 20th Meeting Can. Tree Improv. Assoc., Part 1, Québec City.

The genetic and physiological quality of tree seed is influenced by four critical factors: cone collection, cone handling, seed processing, and seed storage. High quality seed can be produced when these factors are properly controlled and standardized, whereas low quality seed can be expected when they are not. Although these factors are closely inter-related, this presentation deals only with cone collection and seed processing. The former considers the what, why, when, where, who, and how of collecting cones, and the latter considers how to maximize seed yield and maintain its original quality for subsequent storage and utilization.

Wang, B.S.P.; Janas, P.S.; Schooley, H.O. 1986. National Tree Seed Centre 1983-1985. Pages 145-149 *in* Yeatman, C.W.; Boyle, T.J.B. eds. Proc. 20th Meeting Can. Tree Improv. Assoc., Part 1, Québec City.

The re-organization of the National Tree Seed Centre in two autonomous projects of research and development, and seed bank and services has been very successful. There have been some changes in the Projects' activities during the reported period. Dr. Rajesh Mittal of India joined our Research and Development as a NSERCC Visiting Fellow in December 1984, and Mrs. Bea Kelley started her technician career with our Seed Bank and Services in May 1985.

Wang, B.S.P. 1987. The beneficial effects of stratification on tree seed germination. Pages 56-75 *in* Proc. Nurserymen's Meeting, Dryden, Ont. June 15-19, 1987. Ont. Min. Nat. Res.

Stratification is commonly used to break dormancy in seed. Stratification results in vigorous, speedy, maximum, and uniform germination for laboratory testing, and greenhouse and nursery sowing. This paper reviews the established methods, conditions, and beneficial effects of stratification. It discusses the various critical factors affecting seed stratification and its newly-found advantages in minimizing differences in germination due to the degree of seed maturity, handling and processing. It also discusses precautions for handling and storing stratified seeds.

Weber, M.G. 1987. Decomposition, litterfall, and forest floor nutrient dynamics in relation to fire in eastern Ontario jack pine ecosystems. Can. J. For. Res. 17:1496-1506.

Decomposition, litterfall, and nutrient and organic matter turnover rates were determined in five eastern Ontario jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) stands having various burning histories, including wildfire. The stands included a 65-year-old age-class, two stands within this age-class that were treated with nonlethal understorey fires in 1962 and 1963, a 21-year-old age-class, and an 8-year-old age-class created by experimental burning plots within the 21-year-old age-class. Overstorey and understorey litter decomposition was assessed separately using the litterbag (1-mm mesh size) technique over a 2-year period. Overstorey litter weight loss did not vary among stands and understorey litter lost significantly more weight ($P < 0.05$) in the older age-classes compared with the younger stands. Litterbag nutrient dynamics between overstorey and understorey were significantly different ($P < 0.05$) for P, K, and Ca in all stands. Magnesium and N dynamics were the same in both litter types on all treatments, as was Fe, except in the 65-year-old stand where significantly more Fe was accumulated in understorey litter ($P < 0.04$) at the end of the litterbag exposure period. Three-year averages of annual litter fall ranged from 119 $kg \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$ in the 8-year-old age-class to 4182 $kg \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$ in the older stands. Nutrient inputs through litterfall reflect the developmental stage occupied by the younger stands along a continuum leading to equilibrium conditions of the 65-year-old age-class. Forest floor nutrient and organic matter residence times (or annual fractional turnover) were longest (least amount cycled) in the 8-year-old stand (57.6 years for organic matter), indicating harsh environmental controls over nutrient dynamics. Recovery for the 21-year-old age-class to turnover rates approaching equilibrium conditions (10-year residence time for organic matter) was rapid, demonstrating ecosystem stability in its interaction with fire. Detrimental

effects on ecosystem processes can be expected if a stand-replacing fire recurs during early stages of jack pine ecosystem development.

On a mesuré la décomposition ainsi que le renouvellement de la litière, des matière nutritives et des matières organiques dans cinq peuplements de pins gris (*Pinus banksiana* Lamb.) de l'est de l'Ontario qui ont été exposés à divers régimes de brûlage, notamment des feux de friches. On a étudié un peuplement de 65 ans, deux autres du même âge dont le sous-étage a été brûlé par un incendie non létal en 1962 et en 1963, un peuplement de 21 ans et un peuplement de 8 ans créé après un brûlage expérimental de parcelles dans le peuplement de 21 ans. On a évalué séparément la décomposition de la litière de l'étage dominant et du sous-étage par la technique du sac à litière (mailles de 1 mm) sur une période de 2 ans. L'analyse de la baisse du poids n'a révélé de différences significatives ($P < 0,05$) que dans le cas de la litière du sous-étage : on a constaté que la baisse de poids mesurée dans les peuplements âgés dépasse dans une mesure significative celle mesurée dans les peuplements plus jeunes. La technique du sac à litière a également servi à étudier la dynamique des matières nutritives entre l'étage dominant et le sous-étage : pour P, K et Ca, on a noté des différences significatives ($P < 0,05$) dans tous les peuplements. La dynamique de Mg et de N était la même dans les deux types de litières dans tous les peuplements; il en va de même pour celle de Fe, sauf que dans le peuplement de 65 ans cet élément était significativement ($P < 0,04$) plus abondant dans la litière du sous-étage à la fin de la période d'échantillonnage. On a mesuré la quantité moyenne de litière recueillie annuellement en 3 ans: elle va de 119 $kg \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ dans le peuplement de 8 ans à 4182 $kg \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ dans les peuplements plus âgés. La quantité de matières nutritives apportée par la litière correspond au stade de développement du peuplement; il y a une évolution progressive entre les conditions observées dans les jeunes peuplements et l'équilibre atteint dans les peuplements de 65 ans. Le temps de séjour (ou renouvellement fractionnaire annuel) des matières nutritives et des matières organiques était maximal (la quantité transformée était minimale) dans le peuplement de 8 ans (matières organiques : 57,6 ans), ce qui dénote l'influence marquée du milieu sur la dynamique des matières nutritives. Dans le peuplement de 21 ans, le renouvellement s'est vite rétabli à des valeurs proches de celles de l'équilibre (temps de séjour des matières organiques : 10 ans), ce qui montre la stabilité de l'écosystème en interaction avec les incendies. Si un peuplement de pins gris est brûlé à plusieurs reprises durant les premiers stades de son développement, ses caractères fonctionnels devraient en subir des effets délétères.

Weber, M.G.; Hummel, Monte; Van Wagner, C.E. 1987. Selected parameters of fire behavior and *Pinus banksiana* Lamb. regeneration in eastern Ontario. For. Chron. 63:340-346.

Fire behavior variables were quantified in eastern Ontario jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) ecosystems and used to interpret observed fire impacts and effects. A series of seven fires, ranging in frontal fire intensity from 70 to 17 000 W/m, were documented. Forest floor moisture content prior to burning was negatively correlated with weight of forest floor consumed per unit area ($r^2 = 0.97$) and per cent mineral soil bared ($r^2 = 0.95$). Frontal fire intensity was positively correlated with per cent tree mortality ($r^2 = 0.98$) and mean height of char ($r^2 = 0.76$). Frontal fire intensities of 17 000 kW/m resulted in seeding numbers of 30 000 to over 50 000 ha^{-1} considered to be more than adequate for establishing the next generation of crop trees. Jack pine mean seedling height, 13 to 16 years after fire, was also positively correlated with frontal fire intensity ($r^2 = 0.82$), ranging from 0.5 to 3.8 m on lowest and highest intensity burns, respectively. Similar relationships were found when seedling height was regressed against per cent tree mortality ($r^2 = 0.62$) and forest floor consumption ($r^2 = 0.79$).

Results are discussed in terms of ecological requirements of the species, particularly during the regeneration phase, and it is concluded that quantification of fire behavior observations is mandatory if burning conditions are to be understood and/or duplicated by the land manager for the attainment of a given forest management objective.

Dans les écosystèmes à pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) de l'est de l'Ontario, on a mesuré les variables du comportement du feu et on s'est servi des résultats pour interpréter les effets observés du feu. Sept incendies, dont l'intensité du front de combustion s'établait entre 70 et 17 000 kW/m, ont été pris en compte dans le protocole expérimental. L'humidité du sol forestier, antérieurement à l'incendie, a été

corrélée de façon négative à la masse de sol forestier consommée par unité de surface (r^2 = 0,97) et au pourcentage de sol minéral mis à nu (r^2 = 0,95). L'intensité de l'incendie a été positivement corrélée au pourcentage de mortalité des arbres (r^2 = 0,98) et à l'épaisseur moyenne de la couche carbonisée (r^2 = 0,76). La production de semis consécutive aux incendies de 17 000 kW/m d'intensité a été de 30 000 à plus de 50 000 à l'hectare, densité considérée comme idéale pour l'implantation de la génération ultérieure. La hauteur moyenne des sujets de pin gris, de 13 à 16 ans après l'incendie, a aussi été corrélée de façon positive à l'intensité de l'incendie (r^2 = 0,82), et elle était comprise entre 0,5 et 3,8 m, respectivement, sur les terrains soumis à un incendie d'intensité minimale et maximale. La même relation a été constatée par la régression de la hauteur des sujets sur le pourcentage de mortalité des arbres (r_2 = 0,62) et la consommation de combustible du sol forestier (r^2 = 0,79).

La discussion des résultats est axée sur les besoins écologiques de l'essence, notamment durant l'étape de la régénération, et il est conclu que la quantification des observations du comportement des incendies est obligatoire si l'on veut comprendre les conditions qui prévalent durant l'incendie et si l'on veut que l'aménagiste les reproduise pour atteindre un objectif donné d'aménagement forestier.

Yapa, A.C.; Mitchell, M.H. 1987. Bibliography/Liste des publications pour les années 1979-1985. PI-X-70E/F. 150 p.

Yeatman, C.W. 1986. P.N.F.I. Genetics and breeding: Genetics of jack pine, 1984-85. Pages 130-132 *in* Yeatman, C.W.; Boyle, T.J.B. eds. Proc. 20th Meeting Can. Tree Improv. Assoc., Part 1, Québec City.

The Genetics and Breeding Project at the Petawawa National Forestry Institute continues to emphasize studies of genecology, population structure, quantitative genetics and the development of advanced-generation breeding material and concepts. Research attention is focused on the principal commercial conifers of the boreal forest, namely black and white spruce, and jack pine. A new project, Molecular Genetics and Micropropagation, was created under the leadership of Dr. W. Cheliak. This report outlines changes in personnel and facilities during the past two years and presents a summary of the work of the project in general and of jack pine in particular. Other components of the Project are reported separately by Dr. Murray, Dr. Cheliak, and Dr. Boyle.

AUTHOR INDEX

INDEX DES AUTEURS

Ahern, F.J. 1
Aird, P.L. 1
Aldred, A.H. 1
Alemdag, I.S. 1
Anderson, M.L. 37
Barrett, J.W. 2, 35
Berry, A.B. 2, 38
Bigley, R.E 23
Bird, G.A. 3
Blake, M.D. 33
Bonnor, G.M. 1, 4
Bousquet, J. 5, 6
Boyle, T.J.B. 6, 7, 8, 9, 15
Brand, D.G. 9, 10, 11
Burgess, D. 11, 12, 13, 21
Chant, G.D. 18
Chatarpaul, L. 3, 11, 12, 13, 14, 21, 23
Cheliak, W.M. 2, 5, 6, 14, 15, 20, 31, 34, 35, 37
Coleman, M.N. 15
Comeau, P.G. 23
Connors, M. 10
Daffern, J.G. 16
Denglin, Cai 39
Evert, F. 16
Flannigan, M.D. 16, 17, 20, 38
Fogal, W.H. 17, 18, 19
Harmsworth, D. 30
Harrington, J.B. 16, 19, 20
Hasnain, S. 20
Hendrickson, O.Q. 11, 12, 20, 21
Higgins, D.G. 36
Howe, J.L. 22
Hummel, Monte 41
Hurly, T.A. 22

Janas, P.S. 23, 40
Kehoe, P. 10
Kimmins, J.P. 23
Kneppeck, I.D. 26
Knowles, P.H. 2
Kourtz, P. 24, 31
Kurz, W. 23
Lalonde, M. 5, 6, 39
LaRocque, G. 24
Leckie, D.G. 1, 25, 26, 39
Macnaughton, R.L. 37
Magnussen, S. 4, 26, 27, 28
Merchant, H.F. 29
Methven, I.R. 13
Mitchell, M.H. 42
Mittal, R.K. 18, 19, 29, 30
Monty, J. 30
Morgenstern, E.K. 7, 9
Mroske, B.E. 31
Murray, G. 31
Murray, W.G. 32
Newark, M.J. 19
Newnham, R.M. 32, 33
Nieman, T.C. 15
Nietmann, K. 33
Owens, J.N. 33
Péch, Gy. 34
Périnet, P. 34, 39
Peterson, R.L. 13
Pitel, J.A. 14, 15, 34, 35
Poland, J.S. 16, 22
Power, J.M. 35, 36
Rachar, D.B. 3
Ramsey, G.S. 36

Rehsler, P. 11
Robertson, R.J. 22
Schoen, D.J. 37
Schooley, H.O. 37, 40
Scoullar, K.A. 23
Singh, Pritam 29
Skroppa, T. 14
Smith, V.G. 27
Stechishen, E. 37
Stiell, W.M. 37, 38
Stocks, B.J. 38
Thurston, G.S. 18, 19
Todd, B. 39
Tremblay, F.M. 34, 39
Van Loon, G.W. 16, 22
Van Wagner, C.E. 39, 41
Vonder Haar, T.H. 17
Wang, B.S.P. 29, 30, 40
Weber, M.G. 40, 41
Weetman, G.F. 11
Williams, D.H. 36
Williams, J.J. 29
Winston, D.A. 37
Yapa, A.C. 42
Yeatman, C.W. 22, 27, 28, 42
Yeh, F.C.H. 15

TITLE INDEX

INDEX DES TITRES

Accelerated testing of jack pine: a case study 27

Advanced technology in the assessment and management of damaged forests 25

Air tanker and helitanker use in Canada 1978-1984 32

Allozyme variability in natural populations of green alder (*Alnus crispa*) in Québec 6

Analysis of the behaviour and associated weather for a 1986 northwestern Ontario wildfire: Red Lake #7 38

Application des lasers aéroportés aux inventaires forestiers 1

Applying *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. to soil for control of the spruce cone maggot *Lasiomma anthracina* (Czerny) 17

The beneficial effects of stratification on tree seed germination 40

Bibliography/Liste des publications pour les années 1979-1985 42

Biological and nutritional implications of harvesting biomass: a central Ontario perspective 14

Biomass and nutrients in Great Lakes - St. Lawrence forest species: implications for whole-tree and conventional harvest 21

Black spruce genetics, P.N.F.I. 1983-1985 6

Botrytis: a hazard to reforestation 29

Canadian forest fire statistics/Statistiques sur les incendies de forêt au Canada 1981, 1982, 1983 36

Catalogue of Canadian Forest Inventory publications and manuals/Catalogue des manuels et publications de l'inventaire des forêts du Canada 33

Catastrophic losses – strategies for recovery 39

Climatic change: a review of causes 19

Commercial micropropagation of five *Alnus* species 34

A competition index for the vigour of planted Douglas-fir in southwestern British Columbia 9

Competition-induced changes in developmental features of planted Douglas-fir in southwestern B.C. 9

Cone collection and seed processing 40

Coniferous afforestation leads to soil acidification in Central Ontario 10

Control and monitoring of seed and cone insects of white and black spruce - Petawawa 1983-84 18

Croissance décennale en hauteur de familles d'épinettes noires obtenues par pollinisation libre en Ontario 7

Croissance du mélèze laricin planté à six espacements en terrain élevé au cours des quinze premières années 37

Croissance, survie et forme de la tige, à 22 ans, d'épinettes de Norvège soumises à un test de descendance 15

Decomposition, litterfall, and forest floor nutrient dynamics in relation to fire in eastern Ontario jack pine ecosystems 40

Development of *Alnus japonica* root nodules after inoculation with *Frankia* strain HFPArI3 12

Development of white spruce plantations at the Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario 38

A diallel cross in black spruce 8

Diameter distributions in *Picea abies* described by the Weibull Model 26

Digital remote sensing for forestry: requirements and capabilities, today and tomorrow 1

Dromader M-18 load transposition 37

Drought persistence at forested Canadian stations 20

Early testing of jack pine. I. Phenotypic response to spacing 28

Early testing of jack pine. II. Variance and repeatability of stem and branch characters 28

Effect of nutrient conditions on root nodule development in *Alnus japonica* 13

Effect of whole-tree and conventional forest harvest on soil microarthropods 3

Effectiveness of protective agents for increasing activity of five enzymes from vegetative tissues of white spruce 34

Effects of extended prechilling on laboratory germination and fungal infection in seeds of white spruce and eastern white pine 30

Effet d'un programme de sensibilisation aux ressources forestières des élèves de sixième année 29

Éloge du pin 1

Emergence failure and top decay in white spruce germinants due to three fungi 29

Emploi de bombardiers à eau et d'hélicoptères-citernes au Canada de 1978 à 1984 32

Enzyme activities during imbibition and germination of seeds of tamarack (*Larix laricina*) 35

Équations pour estimer la teneur en substances nutritives de la portion épigée de six espèces feuillues de l'est du Canada 13

Estimates of outcrossing rates in six populations of black spruce in central New Brunswick 7

Estimating ovendry mass of trembling aspen and white birch using measurements from aerial photography 1

Estimating the surface area of spruce and pine foliage from displaced volume and length 11

Expert system dispatch of forest fire control resources 24

Factors affecting defoliation assessment using airborne multispectral scanner data 25

FIDSINFOBASE - Système d'information sur le relevé des insectes et des maladies des arbres 36

FIDSINFOBASE: The Forest Insect and Disease Survey information system 35

Field performance of *Frankia*-inoculated and non-inoculated alders (*Alnus* spp.): preliminary results 11

Fifteen-year growth of tamarack planted at six spacings on an upland site 38

FIRFOR - A simple forest management model 32

FIRFOR - Un modèle simple pour l'aménagement forestier 33

Foliage and canopy characteristics in relation to above-ground dry matter increment of seven jack pine provenances 27

Forest fire monitoring using the NOAA satellite series 17

Forest fire research – hindsight and foresight 39

Forest inventories in Canada: a framework for change 4

Four-year height growth of 25 jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) families in an accelerated nursery trial 28

Frost killing of red pine female flowers 37

Fungi associated with seeds of eastern white pine and white spruce during cone processing and seed extraction 30

Future breeding strategies and the need for early testing in black spruce 8

Genetic differentiation among 22 mature populations of green alder (*Alnus crispa*) in central Québec 5

Genetic diversity within and among 11 juvenile populations of green alder (*Alnus crispa*) in Canada 5

Genetics and breeding: genetics of jack pine, 1984-85 42

Genetics of the polycross. I. Experimental results from Norway spruce 14

Genetics of the polycross 2. Male fertility variation in Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst 37

Genetics of white spruce, larches, and hardwoods, Petawawa 1983-1985 31

Growth analysis of perennial plants: the relative production rate and its yield components 11

Growth, survival, and stem form of a 22-year-old Norway spruce progeny test 15

Increased skeletonization of leaf litter under snow following timber harvest 3

Inheritance of allozymes in a black spruce diallel cross 35

Insect management on spruce and pine 18

The interaction of a tornado with rough terrain 19

Invasion of clear-cuttings by the actinorhizal plant *Comptonia peregrina* 20

Inventaire et prévisions de croissance de la forêt de Petawawa 4

Inventory and growth predictions of the Petawawa forest 4

The mating system in a black spruce clonal seed orchard 2

Maturity and viability of seed from squirrel-cut pine cones 22

Mobile sampling of solar radiation under conifers 34

Moisture code and fire spread index for reindeer lichen 34

A moisture content model for medium-sized logging slash 39

Molecular genetics and plant tissue culture 1983-1985 14

A national Geographic Information System for the Forest Insect and Disease Survey - requirements and selection 36

National Tree Seed Centre 1983-1985 40

The need for improved forest fire detection 24

Nutrient cycling and biomass distribution in 1 k plantations of hybrid poplar 16

Nutrient cycling and biomass distribution in 35 k energy plantations of hybrid poplar 22

Plantation white spruce variable density volume and biomass yield tables to age 60 at Petawawa National Forestry Institute 2

Practical forestry applications of remote sensing in North America: present and future 25

Predicting the consequences of intensive forest harvesting on long-term productivity: The need for a hybrid model such as FORCYTE-II 23

Production and evaluation of *Beauveria bassiana* for control of white spruce cone and seed insects 18

Production des semences forestières 33

Production et evaluation de *Beauveria bassiana* pour la lutte contre les insectes s'attaquant aux cones et aux semences de l'épinette blanche 19

Production of enhanced Landsat imagery for forest fire fuel type mapping of northeastern China 39

Productivity of short-rotation aspen stands 38

Reducing seed losses to insects by treating white spruce conelets with conidiospores of *Beauveria bassiana* 18

Régénération dans une forêt feuillue tolérante aménagée selon la coupe sélective 24

Résultats préliminaires des essais de croissance au champ d'aulnes (*Alnus* spp.) inoculés ou non de *Frankia* 12

Selected parameters of fire behavior and *Pinus banksiana* Lamb. regeneration in eastern Ontario 41

Simulation of the yield, the sustainability of yield, the economics and the energy efficiency of biomass production in forestry and agroforestry using the flexible ecosystem management modelling framework FORCYTE-II 23

Some aspects of the population structure of black spruce in Central New Brunswick 9

Standards for regeneration establishment in Canada: a case study for Douglas-fir 10

Statistiques concernant les semences de conifères au Canada: résultats de l'enquête portant sur l'année 1982-1983 23

A study of the relationship of meteorological variables to monthly provincial area burned by wildfire in Canada 1953-80 16

Synoptic weather conditions during the Porter Lake experimental fire project 16

Systèmes d'équations pour calculer la masse anhydre de 18 essences canadiennes 16

Tables de biomasse et de volume de peuplements d'épinette blanches à densité variable jusqu'à 60 ans après leur plantation à l'Institut forestier national de Petawawa 2

Ten-year height growth of open-pollinated black spruce families in Ontario 7

Tests de provenance dans l'aire de distribution de l'épinette noire en Ontario 7

Tissue culture in forestry: economic and genetic potential 20

Tissue culture of *Alnus* spp. with regard to symbiosis 39

Transmission de données forestières par radio à ultra-haute fréquence 31

Transposition du chargement du Dromader M-18 37

A trial of oblique imagery from a low cost video camera system for defoliation assessment 26

UHF radio transmission of forestry data 31

Use of electrophoresis in tree improvement programs 15

Variation in the PGI/AAT linkage group between populations of black spruce 2

What do cells have to do with forest resource statistics? 30

Winter branch nutrients in northern conifers and hardwoods 21

Yield prediction models: the need for a hybrid ecosystem - level approach incorporating canopy function and architecture 23

PI-X INFORMATION REPORTS INDEX

INDEX DES RAPPORTS D'INFORMATION PI-X

PI-X-49E/F	Ramsey, G.S.	(1986) 36
PI-X-50F	LaRocque, G.	(1986) 24
PI-X-51F	Aldred, A.H.	(1986) 1
PI-X-52F	Aird, P.L.	(1986) 1
PI-X-53F	Owens, J.N.	(1986) 33
PI-X-54F	Merchant, H.F.	(1986) 29
PI-X-55F	Chatarpaul, L.	(1986) 13
PI-X-56F	Janas, P.S.	(1986) 23
PI-X-57F	Boyle, T.J.B.	(1986) 7
PI-X-59F	Evert, F.	(1987) 16
PI-X-61	Boyle, T.J.B.	(1986) 7
PI-X-61F	Boyle, T.J.B.	(1986) 7
PI-X-62	Stiell, W.M.	(1986) 38
PI-X-62F	Stiell, W.M.	(1986) 37
PI-X-63	Mroske, B.E.	(1986) 31
PI-X-63F	Mroske, B.E.	(1986) 31
PI-X-64	Stechishen, E.	(1986) 37
PI-X-64F	Stechishen, E.	(1986) 37
PI-X-65	Power, J.M.	(1986) 35
PI-X-65F	Power, J.M.	(1987) 36
PI-X-66	Bonnor, G.M.	(1986) 4
PI-X-66F	Bonnor, G.M.	(1986) 4
PI-X-67	Burgess, D.	(1986) 11
PI-X-67F	Burgess, D.	(1987) 12
PI-X-68	Murray, W.G.	(1986) 32
PI-X-68F	Murray, W.G.	(1987) 32
PI-X-69	Fogal, W.H.	(1986) 18
PI-X-69F	Fogal, W.H.	(1987) 19
PI-X-70E/F	Yapa, A.C.	(1987) 42
PI-X-71	Berry, A.B.	(1987) 2
PI-X-71F	Berry, A.B.	(1987) 2
PI-X-72	Newnham, R.M.	(1987) 32
PI-X-72F	Newnham, R.M.	(1987) 33
PI-X-73	Coleman, M.N.	(1987) 15
PI-X-73F	Coleman, M.N.	(1987) 15
PI-X-75	Power, J.M.	(1987) 36
PI-X-76E/F	Nietmann, K.	(1987) 33

SPECIES AND KEYWORD INDEX

INDEX DES ESPÈCES ET DES MOTS-CLÉS

Abies 25
Abies balsamea 21
Acer rubrum 13, 21, 24
Acer saccharum 13, 24
Activité enzymatique 34, 35
Aerial photography 1
Aerial surveys 26
Afforestation 10
Agro-foresterie 23
Agroforestry 23
Aircraft 32, 37
Alder 11, 12, 34, 39
Alleles 5, 6, 9
Allèle 5, 6, 9
Alnus 11, 12, 34, 39
Alnus cremastogyne 11, 12
Alnus crispa 5, 6, 34
Alnus glutinosa 11, 12, 34
Alnus incana ..... see *Alnus rugosa*
Alnus japonica 11, 12, 13, 34
Alnus rubra 11, 12, 34
Alnus rugosa 11, 12, 34
Alnus sinuata 5
Alnus viridis 11, 12
Alternaria alternata 29, 30
Amélioration génétique 7, 8, 15, 20, 27, 28, 37, 42
Amélioration génétique des arbres ..... voir Amélioration génétique
Aménagement forestier 1, 25, 32, 33, 41
Analyse de croissance 11
Analyse de régression 11
Analyse diallèlique 8, 35
Analyse statistique 26
Armillaria 38
Aspen 38

Aulne 11, 12, 34, 39
Aulne crispé ..... voir *Alnus crispa*
Aulne de Sitka 5, 11, 34
Aulne glutineux 11, 12, 34
Aulne japonais 11, 12, 13, 34
Aulne rouge 11, 12, 34
Aulne rugueux 11, 12, 34
Aulne vert européen 11, 12
Aureobasidium pullulans 30
Avion 32, 37
Balsam fir 21
Bark 21
Basswood 24
Beauveria bassiana 17, 18, 19
Beech 24
Betula papyrifera 1, 13
Bibliographies 42
Biomass 1, 2, 13, 14, 16, 21, 22, 23, 27, 38
Biomasse 1, 2, 13, 14, 16, 21, 22, 23, 27, 38
Black alder 11, 12, 34
Black spruce 2, 6, 7, 8, 9, 18, 23, 35, 39, 42
Botrytis 29
Bouleau à papier 1, 13
Branches 21
Breeding 8, 20, 27, 28, 37, 42
British Columbia 9
Brûlage dirigé 18, 39
Canadian Forest Fire Danger Rating System 39
Canadian Forest Fire Weather Index 34
Canopy 23, 27
Catalogues 33
Champignons 29, 30
Changement climatique 19
Charançon du pin blanc 15

Chêne rouge 13
Chilling 30
China 39
Chine 39
Choristoneura fumiferana 25, 26
Cladosporium cladosporioides 30
Cladosporium herbarum 30
Climat 16, 20, 38, 39
Climatic change 19
Clones 14, 34
Collecte de données 31
Colombie-Britannique 9
Competition 9
Compétition 9
Comptonia peregrina 20
Comptonie voyageuse 20
Computer software 24
Computer techniques 25, 35, 36
Cones 22, 30, 37, 40
Cônes 22, 30, 37, 40
Conifers 10, 20, 21, 34, 42
Conifères 10, 20, 21, 34, 42
Conophthorus resinosae 18
Consanguinité 7
Conservation des semences 40
Contenu en azote 21
Couvert forestier 23, 27
Couverture morte .....voir Litière
Croisement non consanguin 7
Croissance 4, 7, 8, 11, 12, 15, 27, 28, 37, 38
Culture de tissus 14, 20, 34, 39
Cycles nutritifs 16, 21, 22
Damaged forests .....see Forest damage
Danemark 26

Danger d'incendie 39
Data collection 31
Data communication 31, 35, 36
Data processing 35, 36
Débris de coupe (rémanents) 39
Decision making 24, 25, 32, 33
Decomposition 3, 40
Décomposition 3, 40
Defoliation 25, 26
Défoliation 25, 26
Dendrométrie 1, 2, 4, 16, 37, 38
Denmark 26
Descendance 28
Détection et compte-rendu d'incendie 17, 24
Diallel analysis 8, 35
Diameter 11, 12, 13, 26
Diamètre 11, 12, 13, 26
Diseases 29, 35, 36
Distance génétique 5
Distribution de Weibull 26, 32, 33
Dommage causé par le gel 37
Dommages de la forêt 25, 26, 29
Douglas-fir 9, 10, 11
Drought 20
Eastern white pine 1, 18, 30
Échantillonnage 34
Economic evaluation 20
Économie 23
Economics 23
Écorce 21
Ecosystems 40, 41
Écosystèmes 40, 41
Écureuils 22
Education 29

Éducation 29
Effets des incendies 41
Effets du vent 16
Élagage 38
Electrophoresis 2, 5, 6, 15, 35, 37
Électrophorèse 2, 5, 6, 15, 35, 37
Éléments nutritifs 13, 16, 21, 22, 40
Emergence 29
Émergence 29
Enseignants 29
Enzyme activity 34, 35
Enzymes 6, 34, 35
Épicéa commun 14, 15, 26, 37
Épinette 11, 25
Épinette blanche 2, 10, 15, 17, 18, 29, 21, 23, 29, 30, 31, 34, 38, 42
Épinette noire 2, 6, 7, 8, 9, 18, 23, 35, 39, 42
Équipement mobile 34
Érable à sucre 13, 24
Érable rouge 13, 21, 24
Espacement 28, 37, 38
Établissement d'une carte 26, 36, 39
Étudiants 29
European green alder 11, 12
Évaluation économique 20
Expert systems 24
Exploitation par arbres entiers 3, 14, 20, 21
Extinction des incendies 32, 37
Facteurs météorologiques 16, 20
Fagus grandifolia 24
Fertilisants 11, 12
Fertilité 14, 37
Fertilité du sol 14
Fertility 14, 37
Fertilizers 11, 12

Feuilles 22
Feuillus 13, 21, 24, 31
FIDSINFOBASE 35, 36
Fir 25
Fire control 24, 31, 36, 39
Fire danger 39
Fire detection and reporting 17, 24
Fire effects 41
Fire fighting equipment 37
Fire suppression 32, 37
Fires 16, 17, 20, 24, 31, 34, 36, 38, 39, 40, 41
FIRFOR 32, 33
Fixation de l'azote 13
Fleurs 37
Flowers 37
Foliage area 11, 27
FORCYTE-II 23
Forest damage 25, 26, 29
Forest fires ..... see Fires
Forest floor ..... see Forest litter
Forest genetics ..... see Genetics
Forest Insect and Disease Survey (FIDS) 35, 36
Forest inventories 1, 4, 25, 30, 33
Forest litter 3, 17, 21, 40, 41
Forest management 1, 25, 32, 33, 41
Forest nurseries 27, 28
Forest policy 30
Forest products industries 1
Forest soils 3, 10, 13, 14, 16, 17, 20, 22
Forest statistics 23, 30, 36
Forest surveys 1, 25, 35, 36
Forêt de la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent 21
Forêt expérimentale de Petawawa 4
Forêts endommagées ..... voir Dommages de la forêt

Forme de la tige 15, 28
Frankia 11, 12, 13, 34
Frost injury 37
Fungal diseases 30
Fungi 29, 30
Fusarium oxysporum 29
Fusarium sporotrichioides 30
Genetic distance 5
Genetic variation 2, 5, 6, 8, 9, 28
Génétique 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 20, 27, 28, 31, 35, 37, 42
Génétique forestière ..... voir Génétique
Génétique moléculaire 14, 42
Genetics 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 20, 27, 28, 31, 35, 37, 42
Geographic Information Systems 25, 36
Germination 22, 29, 30, 35, 40
Great Lakes - St. Lawrence Forest 21
Green alder ..... see *Alnus crispa*
Growth 4, 7, 8, 11, 12, 15, 27, 28, 37, 38
Growth analysis 11
Hardwoods 13, 21, 24, 31
Harvesting 3, 14, 20, 21, 23
Hauteur 11, 12, 13, 27, 28
Height 11, 12, 13, 27, 28
Hélicoptères 32
Helicopters 32
Hérédité 35
Hétérogénéité 5, 37
Heterogeneity 5, 37
Hétérozygosité 5, 6, 8, 9
Heterozygosity 5, 6, 8, 9
Hêtre 24
Histoire 1
History 1
Hiver 21

Hybrid poplar 16, 22
Imagerie multispectrale 25
Imbibition 35
Improvement 7, 8, 15, 27, 28
Inbreeding 7
Incendies 16, 17, 20, 24, 31, 34, 36, 38, 39, 41, 41
Incendies de forêt .....voir Incendies
Indice Forêt-Météo de la méthode canadienne 34
Industries des produits forestiers 1
Information systems 35, 36
INGRES 35, 36
Inheritance 35
Insect control 17, 18, 19
Insect pests 17, 18, 19, 35, 36
Insectes nuisibles 17, 18, 19, 35, 36
Insecticides 18
Institut forestier national de Petawawa 2, 6, 10, 14, 18, 27, 28, 31, 34, 35, 36, 38, 39, 42
Inventaires forestiers 1, 4, 25, 30, 33, 35, 36
Ironwood 13
Isoenzymes 2, 15
Isozymes .....see Isoenzymes
Jack pine 22, 23, 27, 28, 39, 40, 41, 42
Japanese alder 11, 12, 13, 34
Liaison 2, 6
Land productivity 23, 38
Landsat 39
Larch 31
Larix 31
Larix laricina 31, 35, 37, 38
Laser beams 1
Lasiomma anthracina 17, 18
Leaves 22
Levé photogrammétrique 26
Linear models 13

Linkage 2, 6
Litière 3, 17, 21, 40, 41
Loci 5, 6, 7, 9, 14, 35
Locus 5, 6, 7, 9, 14, 35
Logiciels informatiques 24
Lutte contre les insectes 17, 18, 19
Maladies 29, 35, 36
Maladies cryptogamiques 30
Mapping 26, 36, 39
Mass 1, 2, 16
Masse 1, 2, 16
Matériel de lutte contre les incendies 37
Mating systems 2, 14
Maturité 22
Maturity 22
Mélèze 31
Mensuration 4, 16
Meteorological factors 16, 20
Méthode canadienne d'évaluation des dangers d'incendie de forêt 39
Micro-organismes 3
Microorganisms 3
Micropropagation 34, 39, 42
Mobile equipment 34
Modèles 23, 26, 32, 33, 39
Modèles de croisement 2, 14
Modèles linéaires 13
Models 23, 26, 32, 33, 39
Moisture content 34, 39, 41
Molecular genetics 14, 42
Mouche granivore de l'épinette 17, 18
Mousse à caribou 34
Mucor hiemalis 30
Multiplication végétative 20
Multispectral imagery 25

New Brunswick 7, 9
Nitrogen content 21
Nitrogen fixation 13
Nodules racinaires 12, 13
Norway spruce 14, 15, 26, 37
Nouveau-Brunswick 7, 9
Nutrient cycles 16, 21, 22
Nutrients 13, 16, 21, 22, 40
Ontario 7, 10, 14, 20, 21, 27, 38, 39, 40, 41
Ostrya virginiana 13
Ostryer de Virginie 13
Outcrossing 7
Penicillium aurantiogriseum 30
Penicillium variabile 29
Pépinières forestières 27, 28
Perennials 11
Performance de reproduction 33
Petawawa National Forestry Institute 2, 6, 10, 14, 18, 27, 28, 31, 34, 35, 36, 38, 39, 42
Petawawa Research Forest 4
Petawawa Resource Education Program (PREP) 29
Peuplier faux-tremble 1, 13, 21, 38
Peuplier hybride 16, 22
pH du sol 10
Phenotypes 28, 35
Phénotypes 28, 35
Photographie aérienne 1
Picea 11, 25
Picea abies 14, 15, 26, 37
Picea glauca 2, 10, 15, 17, 18, 19, 21, 23, 29, 30, 31, 34, 42
Picea mariana 2, 6, 7, 8, 9, 18, 23, 35, 39, 42
Pin 11
Pin blanc 1, 18, 30
Pin blanc .....voir *Pinus strobus*
Pin blanc de l'Ouest 18

Pine 11
Pin gris 22, 23, 27, 28, 39, 40, 41, 42
Pin rouge 1, 11, 18, 21, 22, 34, 37
Pinus 11
Pinus banksiana 22, 23, 27, 28, 39, 40, 41, 42
Pinus monticola 18
Pinus resinosa 1, 18, 21, 22, 34, 37
Pinus strobus 1, 4, 18, 30
Pin sylvestre 22
Pinus sylvestris 22
Pissodes strobi 15
Plantations 38
Plantes pérennes 11
Politique forestière 30
Pollen 33
Pollination 33
Pollinisation 33
Polyporus tomentosus 38
Population structure 2, 9, 42
Populus 38
Populus tremuloides 1, 13, 21
Pourritures racinaires 38
Prescribed burning 18, 39
Prévision de la possibilité 23
Prise de décision 24, 25, 32, 33
Production de graines 33, 37
Productivité ..... voir Productivité du Territoire
Productivité du territoire 23, 38
Productivity ..... see Land productivity
Progeny 28
Progeny testing 7, 15
Programme de sensibilisation aux ressources de Petawawa 29
Protection contre le feu 24, 31, 36, 39
Provenance 7

Provenance 7
Provenance trials 7, 27, 31
Pseudotsuga menziesii 9, 10, 11
Publications 33, 42
Québec 5, 6, 19, 24
Quercus rubra 13
Radio 31
Rayonnement solaire 34
Rayons laser 1
Reboisement 10, 23, 29
Recherche 39, 42
Récolte 3, 14, 20, 21, 23
Récolte de semences 22, 40
Red alder 11, 12, 34
Red maple 13, 21, 24
Red oak 13
Red pine 1, 11, 18, 21, 22, 34, 37
Red pine cone beetle 18
Reforestation 23, 29
Regeneration 10, 24, 41
Régénération 10, 24, 41
Regression analysis 11
Reindeer lichen 34
Relevé des Insectes et des Maladies des arbres (RIMA) 35, 36
Remote sensing 1, 25, 26, 39
Rendements 23, 38, 39
Reproductive performance 33
Research 39, 42
Rhizopus nigricans 30
Root nodules 12, 13
Root rots 38
Rotations 38
Sampling 34
Sapin 25

Sapin beaumier 21
Sapin de Douglas 9, 10, 11
Satellites 17
Scolyte des cônes du pin rouge 18
Scots pine 22
Sécheresse 20
Seed collection 22, 40
Seed production 33, 37
Seed storage 40
Seedlings 11, 12, 13
Seeds 18, 22, 23, 28, 29, 30, 33, 35, 37, 40
Selection 24, 27, 28
Sélection 24, 27, 28
Semences 18, 22, 23, 28, 29, 30, 33, 35, 37, 40
Semis 11, 12, 13
Sitka alder 5, 11, 34
Slash 39
Soil fertility 14
Soil pH 10
Solar radiation 34
Sols forestiers 3, 10, 13, 14, 16, 17, 20, 22
Spacing 28, 37, 38
Speckled alder 11, 12, 34
Spruce 11, 25
Spruce budworm 25, 26
Spruce cone maggot 17, 18
Squirrels 22
Statistical analysis 26
Stem form 15, 28
Statistiques forestières 23, 30, 36
Stratification 40
Structure de population 2, 9, 42
Students 29
Sugar maple 13, 24

Surface foliaire 11, 27
Survie 7, 11, 12, 15
Survival 7, 11, 12, 15
Sweet fern 20
Sylviculture 9, 10, 11, 37, 38
Symbiose 39
Symbiosis 39
Systèmes de communications 35, 36
Systèmes experts 24
Système d'information à référence géographique 25, 36
Tables de rendement 2, 38
Tamarac 31, 35, 37, 38
Tamarack 31, 35, 37, 38
Tarifs de cubage 2
Teachers 29
Techniques informatiques 25, 35, 36
Télédétection 1, 25, 26, 39
Téléinformatique 31, 35, 36
Teneur en humidité 34, 39, 41
Terrain 19
Test de descendance 7, 15
Test de provenance 7, 27, 31
Thinning 38
Tilia americana 24
Tilleul 24
Tissue culture 14, 20, 34, 39
Tordeuse des bourgeons de l'épinette 25, 26
Tornades 19
Tornadoes 19
Traitement au froid 30
Traitement de données 35, 36
Tree and stand measurements 1, 2, 4, 37, 38
Tree breeding ..... see Breeding
Tree improvement ..... see Improvement

Trembling aspen 1, 13, 21
University of New Brunswick 6
Variation génétique 2, 5, 6, 8, 9, 28
Vegetative propagation 20
Viabilité 22
Viability 22
Vigour 9, 11
Vigueur 9, 11
Volume 11
Volume tables 2
Weather 16, 20, 38, 39
Weibull distribution 26, 32, 33
Western white pine 18
White birch 1, 13
White pine ..... see *Pinus strobus*
White pine weevil 15
White spruce 2, 10, 15, 17, 18, 19, 21, 23, 29, 30, 31, 34, 38, 42
Whole tree logging 3, 14, 20, 21
Wind effects 16
Winter 21
Yield forecasting 23
Yield prediction ..... see Yield forecasting
Yield tables 2, 38
Yields 23, 38, 39

INSTITUT FORESTIER NATIONAL DE PETAWAWA

Le mandat de l'Institut forestier national de Petawawa, comme celui des autres établissements du Service canadien des forêts, est de promouvoir une meilleure gestion et une utilisation plus rationnelle des ressources forestières du Canada, pour le bien économique et social de tous les Canadiens. Les objectifs des activités des programmes menés à l'Institut appuient ce mandat à travers la découverte, le développement, la démonstration, l'application et le transfert des innovations. En tant qu'institut national, il doit s'attacher à des problèmes qui débordent le cadre régional ou qui nécessitent des compétences particulières de même qu'un équipement non disponible aux installations régionales du Service canadien des forêts. La plupart du temps, ses recherches sont effectuées en étroite collaboration avec le personnel des centres régionaux, des services forestiers des provinces et de l'industrie forestière.

Les projets de recherche et les services techniques de l'Institut sont regroupés sous cinq principales activités:

GÉNÉTIQUE FORESTIÈRE ET BIOTECHNOLOGIE — Ce programme encadre des projets sur la génétique forestière, la microbiologie, la micropropagation, la génétique moléculaire et la recherche sur les semences. Il comprend également les services à la clientèle et la banque de semences du Centre national de semences forestières. Ce centre existe depuis longtemps et est lié à plusieurs organismes internationaux.

SYSTÈMES D'AMÉNAGEMENT FORESTIER — Ce programme intègre en recherche et développement, des projets sur les incendies de forêt, la télédétection, la météorologie, la modélisation, la croissance et la récolte, et le RIMA. Il permet ainsi l'élaboration et la démonstration de systèmes d'aménagement forestier.

STATISTIQUES NATIONALES SUR LES RESSOURCES FORESTIÈRES — Ce programme fournit l'information biologique, technique et socio-économique sur les ressources forestières du Canada. Il vise le développement des bases de données, telle que FIDSINFOBASE, et l'établissement de nouveaux logiciels et bases de données pour aider à l'élaboration des politiques forestières. Le Programme d'inventaire forestier recueille l'information sur les forêts au niveau national, maintient le Système sur les ressources forestières canadiennes, et prépare l'inventaire des forêts du Canada.

COMMUNICATIONS — Ce programme regroupe les activités de la bibliothèque et des projets touchant la sensibilisation du public, l'information, la rédaction-révision et les publications. L'Institut reçoit plus de 20 000 visiteurs chaque année. Le Centre d'accueil, des visites autoguidées et un programme éducatif complet sont ouverts à tous. C'est à l'IFNP que l'on trouve l'entrepôt et le centre de distribution nationals de toutes les publications scientifiques du SCF.

LA FORÊT EXPÉRIMENTALE — Outre des peuplements naturels où l'on applique divers traitements dans le cadre de projets de recherche en sylviculture, la Forêt de Petawawa, mesurant 98 km^2, comprend de vastes superficies de plantations âgées de plus de 60 ans. Ces plantations expérimentales permettent d'obtenir des données sur la croissance et la récolte à la suite d'expériences de culture. Elles fournissent du matériel génétique dont le lignage est répertorié, et se révèlent de plus en plus utiles pour les études sur la micropropagation et la génétique moléculaire. La forêt permet également de mettre à l'essai des stratégies d'aménagement forestier à court et à long termes.